С. Р. Баширов, А. С. Баширов

Современные интегральные усилители

Новейшие
и легкодоступные
компоненты

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
профессиональный подход для всех

С. Р. Баширов, А. С. Баширов

Современные интегральные усилители

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

«Эксмо» Москва 2008

УДК 621.396
ББК 32
Б 33

Разработка серийного оформления
Ю.В. Щербаков

Баширов С. Р., Баширов А. С.
Б 33 Современные интегральные усилители / С. Р. Баширов, А. С. Баширов. — М. : Эксмо, 2008. — 176 с. — (Радиоэлектроника).

ISBN 978-5-699-23908-5

В книге рассмотрены конструкции узлов тракта современных усилителей. Описаны различные классы и типы усилителей, темброблоки, эквалайзеры, схемы индикации и коммутации.

Приводятся практические варианты схем применения, рисунки печатных плат и рекомендации по применению.

Приводятся основные технические характеристики, особенности применения, преимущества и недостатки различных типов усилителей и других узлов.

Для специалистов, подготовленных и начинающих радиолюбителей.

УДК 621.396
ББК 32

ISBN 978-5-699-23908-5

Оглавление

Предисловие

Современный усилитель, как правило, представляет собой комбинацию различных узлов: блоков коммутации и индикации, регуляторов громкости, тембра и баланса, эквалайзера, усилителя мощности. Это вызвано тем, что функциональная насыщенность современной аппаратуры постоянно возрастает, в то время как проектировать и изготавливать каждый узел отдельно гораздо проще. Это позволяет также легко комбинировать и заменять отдельные блоки. Существенно упрощается и настройка. Кроме того, легко решается проблема модернизации усилителя.

Промышленность выпускает огромный ассортимент микросхем для всех узлов тракта усилителя. Казалось бы, это существенно упрощает процесс изготовления любого узла усилителя. Однако этот, без сомнения, положительный момент порождает другую проблему – проблему выбора.

Как выбрать из огромного ассортимента предлагаемых комплектующих наиболее подходящие? Помочь в решении этой и других задач и призвана эта книга.

В данном пособии рассмотрены практически все узлы современных усилителей: от устройств коммутации и индикации до оконечного усилителя мощности. В книге не рассматриваются предварительные усилители (кроме главы 7). Это сделано по следующим соображениям. Во-первых, все современные усилители обладают достаточно высокой чувствительностью (0,5 В). Во-вторых, практически все применяемые на сегодняшний день источники звуковых сигналов (УКВ радиоприемники, CD- и DVD-плееры, магнитофоны и т.д.) имеют достаточно высокий выходной уровень сигнала (как правило, не менее 1 В). В-третьих, часть функций предварительного усилителя выполняют современные регуляторы тембра, громкости и баланса (эквалайзеры), построенные, как правило, на интегральных микросхемах.

Информация в книге представлена по принципу «от простого к сложному»: от маломощных, миниатюрных, одноканальных – к стерео- и квадрофоническим мощным усилителям. Все конструкции в книге разработаны как отдельные законченные устройства. Такой подход не только упрощает процесс сборки и настройки каждого устройства, но и позволяет собрать усилитель практически любой сложности и мощности в зависимости от поставленной задачи.

Глава 1

Устройства коммутации и индикации

Устройства коммутации и индикации являются неотъемлемой частью современной звуковоспроизводящей аппаратуры. Как правило, в составе аппаратуры имеется несколько источников сигнала (CD- и DVD-плееры, УКВ радиоприемники, магнитофоны и т. д.), использующих общий предварительный усилитель, блок регулировок тембра (эквалайзер) и усилитель мощности низкой частоты (УНЧ). При этом коммутация нескольких источников сигнала является одной из проблем при самостоятельном изготовлении современного звуковоспроизводящего комплекса. Появление специализированных микросхем коммутации и индикации позволяет значительно повысить удобство и комфорт при эксплуатации звуковоспроизводящей аппаратуры.

1.1. Электронный коммутатор на TDA1029

Отечественный аналог – К174КП1.

Электронный коммутатор входов предназначен для коммутации четырех стереофонических входов в трактах звуковоспроизводящей аппаратуры класса Hi-Fi. Переключение входов – электронное. Выбор канала осуществляется подачей уровня логического нуля на один из входов управления (11, 12 или 13).

Назначение выводов представлено в табл. 1.1, а основные технические характеристики – в табл. 1.2.

Типовая схема включения приведена на рис. 1.1.

Изображение печатной платы приведено на рис. 1.2.

Схема расположения элементов на плате представлена на рис. 1.3.

Таблица 1.1. Назначение выводов

Номер вывода	Назначение
1	Вход звукового сигнала; первый канал
2	Вход звукового сигнала; первый канал
3	Вход звукового сигнала; первый канал
4	Вход звукового сигнала; первый канал
5	Вход звукового сигнала; второй канал
6	Вход звукового сигнала; второй канал

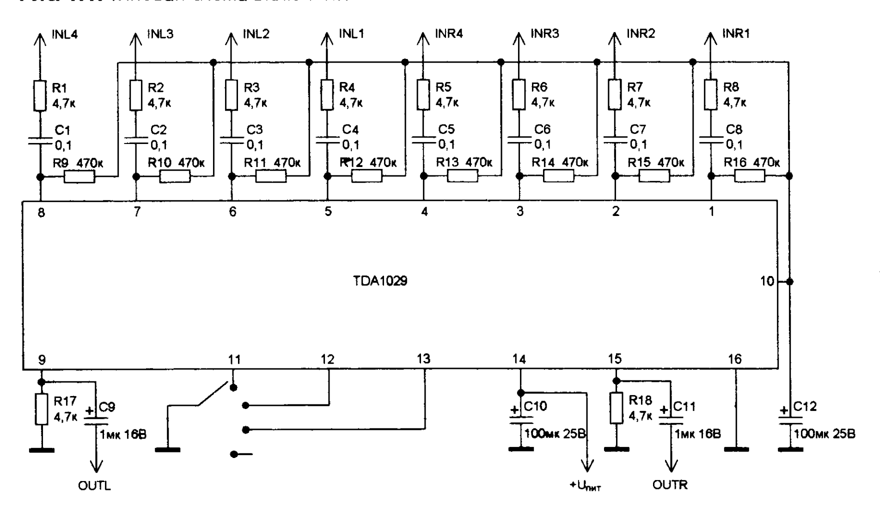
Окончание табл. 1.1

Номер вывода	Назначение
7	Вход звукового сигнала; второй канал
8	Вход звукового сигнала; второй канал
9	Выход звукового сигнала; второй канал
10	Выход опорного напряжения
11	Вход сигнала переключения
12	Вход сигнала переключения
13	Вход сигнала переключения
14	Напряжение питания
15	Выход звукового сигнала; первый канал
16	Общий

Таблица 1.2. Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Температурный диапазон	−30...+80°C
$U_{пит}$	6–23 В
$I_{пот}$	3,5 мА
$U_{вх\ макс}$	6 В
Коэффициент гармоник	0,01%
Относительный уровень шума	−90 дБ
Коэффициент передачи	1
Полоса частот	20–25 000 Гц

Рис. 1.1. Типовая схема включения



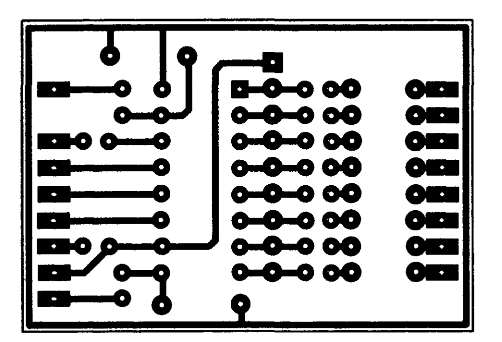


Рис. 1.2. Изображение печатной платы

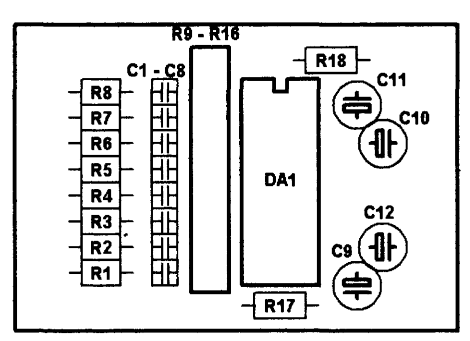


Рис. 1.3. Схема расположения элементов на плате

1.2. 12-разрядный светодиодный индикатор уровня А277

Отечественный аналог – микросхема К1003ПП1.

Другие аналоги: UAA180 (Telefunken), UL1890N (Unitra).

Светодиодный индикатор уровня с линейной шкалой предназначен для управления линейкой светодиодов (шкалой). Максимальное число светодиодов в шкале – 12, однако их количество может быть и меньшим. В этом случае выходы микросхем можно оставлять свободными или объединять.

Назначение выводов приведено в табл. 1.3, а основные технические характеристики – в табл. 1.4.

Схема расположения элементов на плате для типовой схемы включения изображена на рис. 1.4.

Типовая схема включения приведена на рис. 1.5.

Схема включения индикатора для режима «бегущая точка» приведена на рис. 1.6.

Изображение печатной платы приведено на рис. 1.7.

Таблица 1.3. Назначение выводов

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Регулировка яркости свечения светодиодов
3	Регулировка уровня зажигания 12-го светодиода
4	Выход для подключения светодиода
5	Выход для подключения светодиода
6	Выход для подключения светодиода
7	Выход для подключения светодиода

Окончание табл. 1.3

Номер вывода	Назначение
8	Выход для подключения светодиода
9	Выход для подключения светодиода
10	Выход для подключения светодиода
11	Выход для подключения светодиода
12	Выход для подключения светодиода
13	Выход для подключения светодиода
14	Выход для подключения светодиода
15	Выход для подключения светодиода
16	Регулировка уровня зажигания 1-го светодиода
17	Вход
18	Напряжение питания

Таблица 1.4. Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Температурный диапазон	−30...+50°C
$U_{пит}$	10–18 В
$I_{пот.}$	30 мА
$U_{вх. макс}$	0,5 В
$I_{вых}$	5 мА

Рис. 1.4. Схема расположения элементов на плате для типовой схемы включения

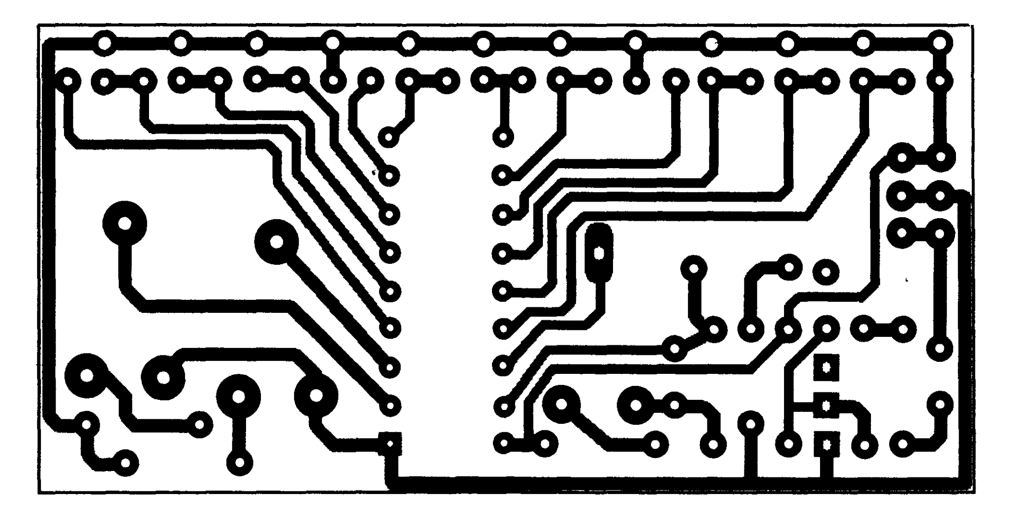


Рис. 1.5. Типовая схема включения

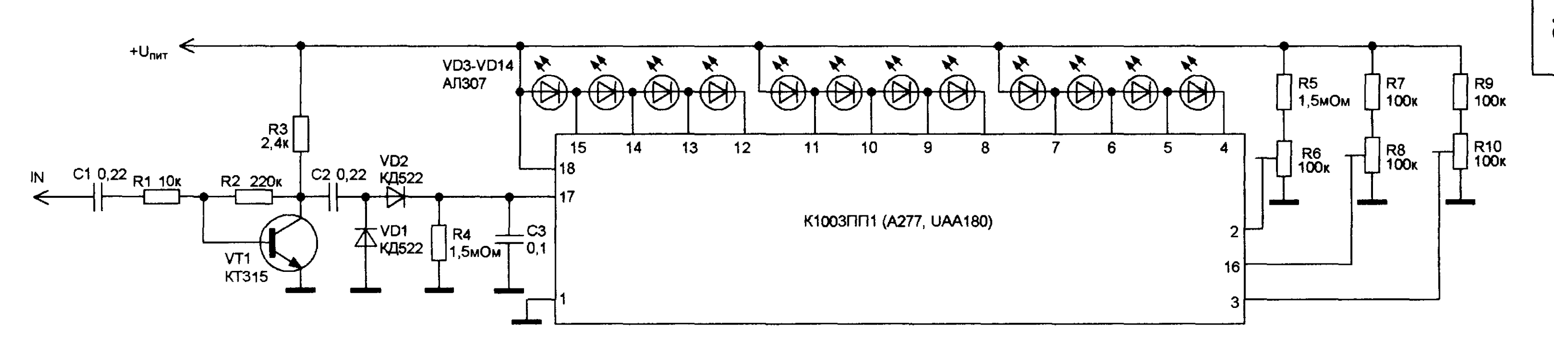
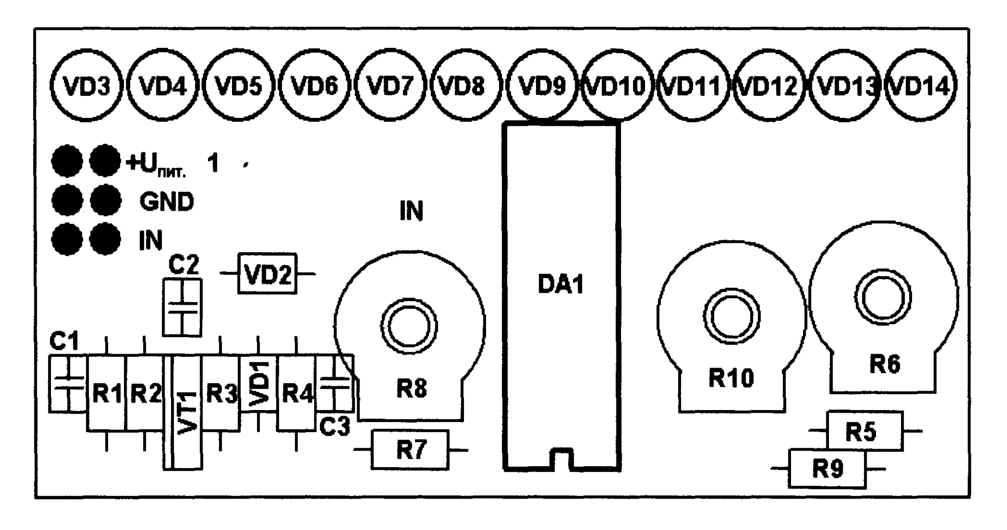


Рис. 1.6. Схема включения индикатора для режима «бегущая точка»

Рис. 1.7. Изображение печатной платы



1.3. 5-разрядный двухканальный светодиодный индикатор на AN6884

Другие аналоги: BA656, BA6124, BA6125 (Rohm), KA2285, KA2286, KA2287 (Samsung), LB1403, LB1413, LB1423, LB1433, LB493 (Sanyo).

Светодиодный индикатор уровня с логарифмической шкалой предназначен для управления линейкой из 5 светодиодов (шкалой).

Назначение выводов приведено в табл. 1.5, а основные технические характеристики – в табл. 1.6.

Типовая схема включения представлена на рис. 1.8.

Схема включения для двух каналов приведена на рис. 1.9.

Используя две микросхемы, можно реализовать десятиразрядный логарифмический индикатор. Схема включения такого индикатора изображена на рис. 1.10.

Изображение печатной платы для двухканального варианта включения приведено на рис. 1.11.

Схема расположения элементов на плате для двухканального варианта включения изображена на рис. 1.12.

Таблица 1.5. Назначение выводов

Номер вывода	Назначение
1	Выход на светодиод 1
2	Выход на светодиод 2

Окончание табл. 1.5

Номер вывода	Назначение
3	Выход на светодиод 3
4	Выход на светодиод 4
5	Общий
6	Выход на светодиод 5
7	Выход усилителя
8	Вход усилителя
9	Напряжение питания 12 В

Таблица 1.6. Основные технические характеристики

Параметр	Значение
$U_{пит}$	3,3–13 В
$I_{пит}$	30 мА
$I_{вых}$	15 мА

Рис. 1.8. Типовая схема включения

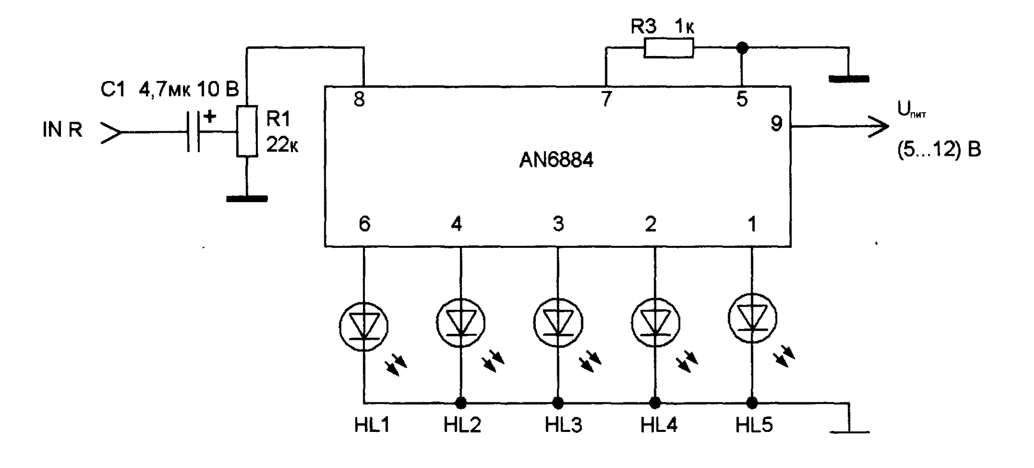


Рис. 1.9. Схема включения для двух каналов

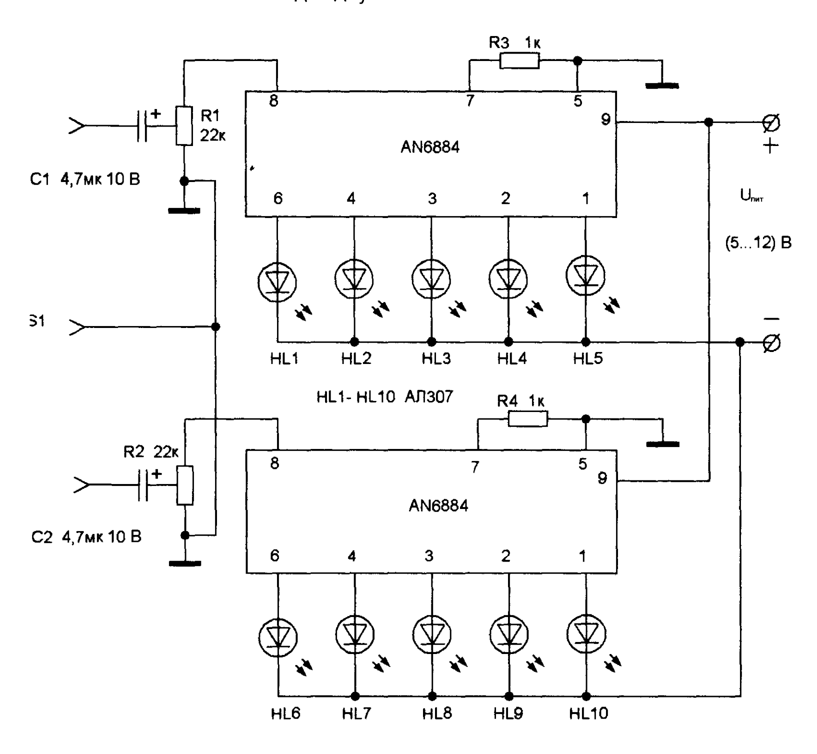


Рис. 1.10. Схема включения десятиразрядного логарифмического индикатора

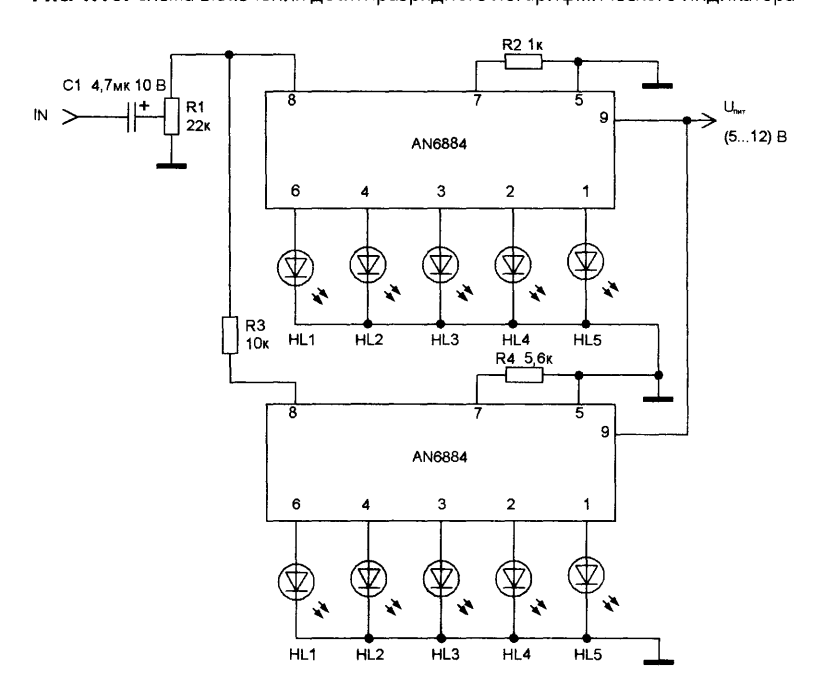


Рис. 1.11. Изображение печатной платы для двухканального варианта включения

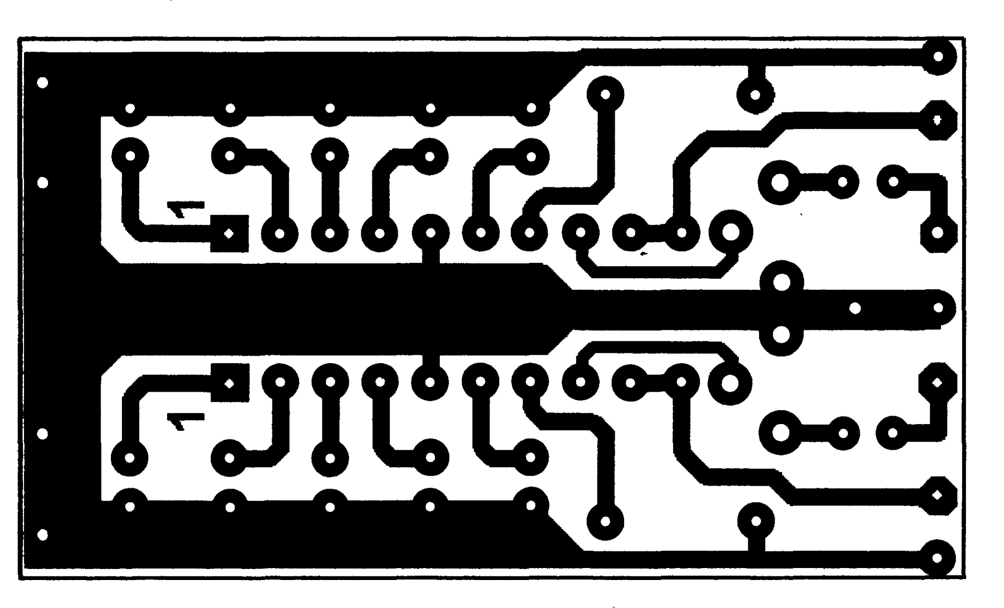
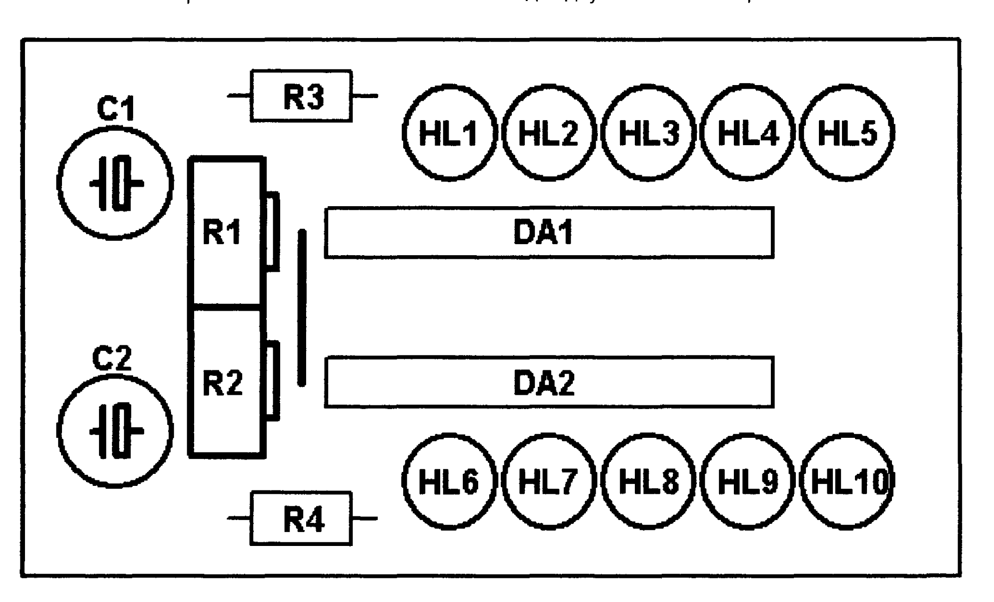


Рис. 1.12. Схема расположения элементов на плате для двухканального варианта включения



1.4. 10-разрядный светодиодный индикатор на LM3914

Интегральная микросхема, предназначенная для управления 10 светодиодами. Предусмотрена возможность управления яркостью светодиодов с помощью внешнего потенциометра.

Особенности:

- предусмотрена возможность управления светодиодами, ЖК и люминесцентными индикаторами;
- возможность выбора режима управления;
- внутреннее напряжение связей от 1,2 до 12 В;
- возможность работы при напряжении питания менее 3 В;
- управление работой светодиода осуществляется низким уровнем;
- программирование тока выхода от 2 мА до 30 мА;
- выдерживает напряжение на вход ±35 В;
- выходы микросхемы выполнены по схеме с открытым коллектором, что позволяет использовать светодиоды с широким диапазоном питающих напряжений;
- выходы могут работать как с ТТЛ, так и с КМОП логикой;
- внутренний 10-ступенчатый делитель позволяет регулировать управляющее напряжение в широком диапазоне;
- предусмотрена возможность каскадного включения индикаторов.

Предельные значения параметров приведены в табл. 1.7, а основные технические характеристики — в табл. 1.8.

Типовая схема включения индикатора представлена на рис. 1.13.

Рисунок печатной платы для типового варианта включения изображен на рис. 1.14, расположение элементов на печатной плате — на рис. 1.15, схема расположения элементов на плате — на рис. 1.16.

Таблица 1.7. Предельные значения параметров

Параметр	**Обозначение**	**Предельное значение**	**Единица измерения**
Напряжение питания	$U_{пит}$	25	В
Выходное напряжение	$U_{вых}$	25	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	1365	мВт
Температура хранения	$T_{хран}$	−55... +150	°С

Таблица 1.8. Основные технические характеристики

Параметр	Обозначение	Мин.	Среднее	Макс.	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	10	–	18	В
Ток потребления	$I_{потр}$	–	30	1	мА
Входное напряжение	$U_{вх}$	0,1	–	10	В
Выходное напряжение	$U_{вых.}$	1,2	1,28	1,34	В
Ток на светодиоде	$I_{св}$	7	10	13	мА

Рис. 1.13. Типовая схема включения индикатора

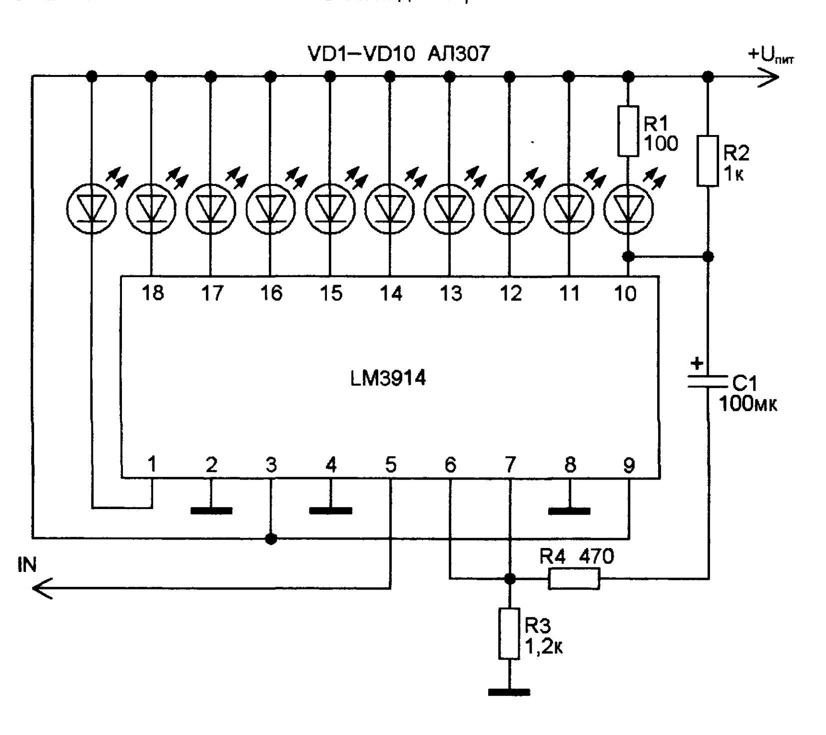


Рис. 1.14. Печатная плата для типового варианта включения

VD1–VD10 АЛ307
R1 20к
18 17 16 15 14 13 12 11 10
LM3914
1 2 3 4 5 6 7 8 9
IN
R2 1,1к
VD11-VD20 АЛ307
$+U_{пит}$
SA1
18 17 16 15 14 13 12 11 10
LM3914
1 2 3 4 5 6 7 8 9
R3 2,4к

Рис. 1.15. Расположение элементов на печатной плате

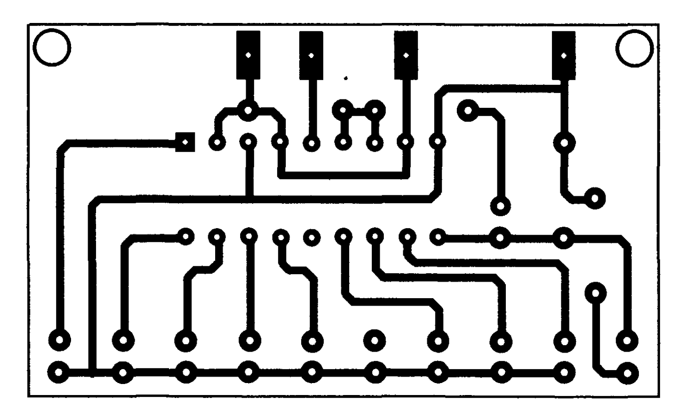
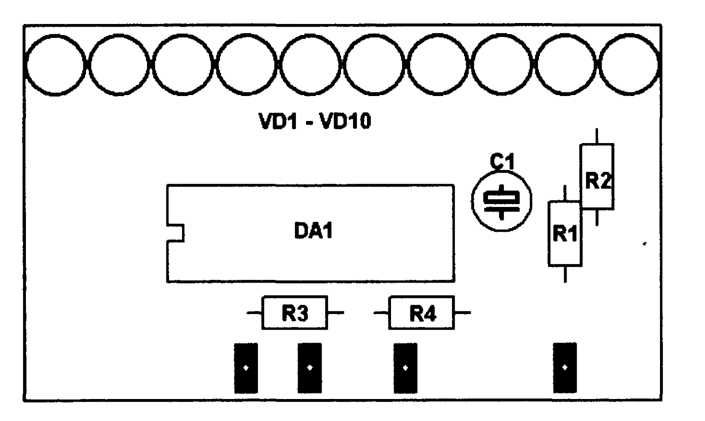


Рис. 1.16. Схема расположения элементов на плате



Глава 2

Эквалайзеры, регуляторы громкости и тембра

Правильное восприятие звукового сигнала человеком зависит от множества факторов: качества записи аудиосигнала, акустических свойств помещения, частотных и акустических свойств громкоговорителей. Кроме того, у каждого слушателя есть свои физиологические особенности восприятия звуковых сигналов и просто вкусовые предпочтения.

Для компенсации и коррекции амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) звуковых сигналов в современной звуковоспроизводящей аппаратуре применяют различные схемы обработки сигнала.

Наиболее простые из них — регуляторы тембра высоких и низких частот.

Более сложные — трех-, пяти-, десяти- и даже двадцатиполосные эквалайзеры, которые позволяют корректировать АЧХ воспроизводимого сигнала практически по всей полосе воспроизводимых частот.

И, наконец, получившие распространение в последние годы процессоры обработки звукового сигнала. Применение таких процессоров позволяет не только скорректировать АЧХ звукового сигнала, но и изменить его фазу, сформировать из стереосигнала квадрофонический сигнал, а также создать эффект «объемного» звучания.

2.1. Пятиполосный графический стереоэквалайзер на CXA1352AS

Двухканальный пятиполосный графический эквалайзер с регулировкой громкости и баланса. Эквалайзер разработан для применения в переносной и стационарной звуковоспроизводящей аппаратуре среднего и высокого классов.

Назначение выводов микросхемы CXA1352AS приведено в табл. 2.1, а основные технические характеристики — в табл. 2.2.

Схема включения эквалайзера представлена на рис. 2.1.

Изображение печатной платы приведено на рис. 2.2.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 2.3.

Таблица 2.1. Назначение выводов микросхемы CXA1352A5

Номер вывода	Назначение
1	Вход напряжения регулировки тембра
2	Вход напряжения регулировки тембра
3	Вход напряжения регулировки баланса
4	Вход напряжения регулировки громкости
5	Развязывающий конденсатор
6	Вход графического эквалайзера
7	Общий
8	Линейный выход
9	Выход графического эквалайзера
10	Регулируемый выход графического эквалайзера
11	Резистор источника тока
12	Выход опорного напряжения
13	Регулируемый выход графического эквалайзера
14	Выход графического эквалайзера
15	Линейный выход
16	Напряжение питания 8 В
17	Вход графического эквалайзера
18	Развязывающий конденсатор
19	Напряжение питания 5 В
20	Вход напряжения регулировки тембра
21	Вход напряжения регулировки тембра
22	Вход напряжения регулировки тембра

Таблица 2.2. Основные технические характеристики микросхемы CXA1352A5

Параметр	Значение
Температурный диапазон	−20...+75°С
$U_{пит.}$	4–10 В
$I_{пит.}$	8–16 мА
Диапазон регулировки 400 Гц, 1 кГц, 4 кГц	−13...+14 дБ
Диапазон регулировки 100 Гц, 10 кГц	−12...+14 дБ
Регулировка громкости	−94...0 дБ
Регулировка баланса	−66...0 дБ
Коэффициент гармоник	1%

Рис. 2.1. Схема включения эквалайзера

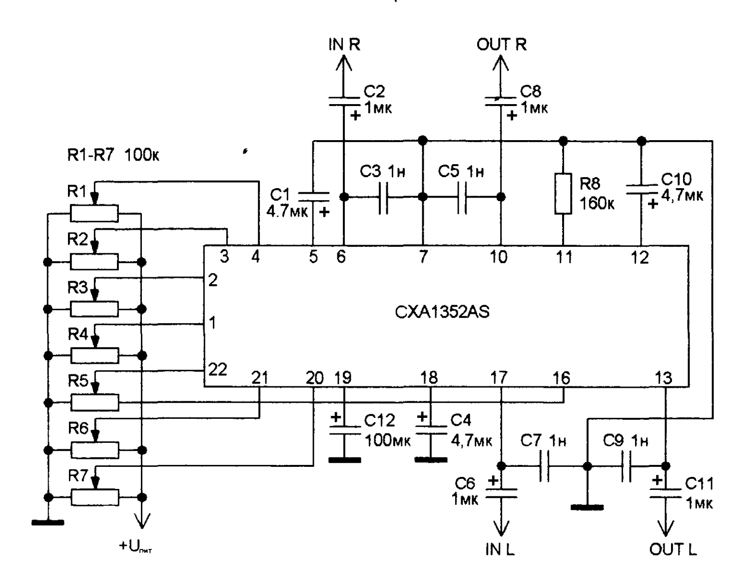


Рис. 2.2. Изображение печатной платы

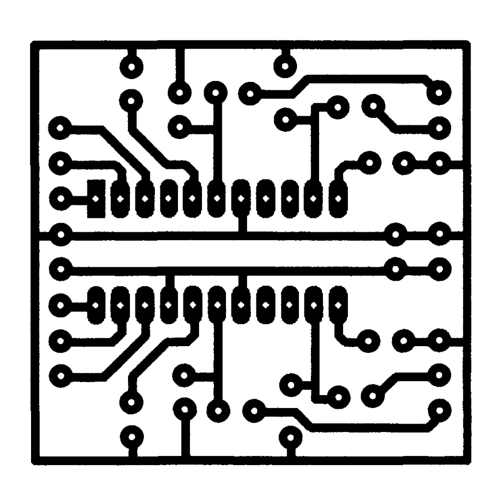
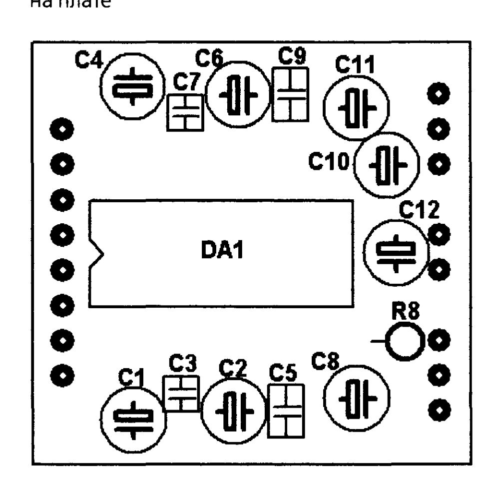


Рис. 2.3. Схема расположения элементов на плате



2.2. Четырехполосный графический стереоэквалайзер на BA3824LS

BA3824LS – интегральный 4-полосный эквалайзер. Предназначен для регулировки тембра в четырех диапазонах. Полоса частот для каждого канала независимо устанавливается внешними конденсаторами. Применяется в автомобильной, переносной и стационарной звуковоспроизводящей аппаратуре среднего и высокого класса.

Особенности:

- 4-канальный эквалайзер в одной ИС;
- диапазон напряжения питания ($U_{пит.}$) от 3,5 до 14 В;
- малый ток потребления I_Q = 7 мА;
- выпускается в компактных SZIP/SSOP-A24 корпусах.

Предельные значения параметров микросхемы BA3824LS приведены в таблице 2.3, типовые — в таблице 2.4.

Схема включения эквалайзера изображена на рис. 2.4. Изображение печатной платы и расположение элементов на плате — на рис. 2.5 и 2.6 соответственно.

Таблица 2.3. Предельные значения параметров микросхемы BA3824LS при температуре 25°C

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит.}$	16	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	500* (SZIP), 800** (SSOP)	мВт
Рабочая температура	$T_{раб}$	−25...+75	°C
Температура хранения	$T_{хран}$	−55...+125	°C

* Уменьшается на 5 мВт при увеличении рабочей температуры на 1°C свыше 25°C.
** Уменьшается на 8 мВт при увеличении рабочей температуры на 1°C свыше 25°C.

Таблица 2.4. Рекомендуемые значения параметров микросхемы BA3824LS

Параметр	Обозн.	Мин.	Рекоменд.	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	3,5	8	14	В	
Ток потребления	$I_{потр}$	4,5	7	9,5	мА	В режиме ожидания
Максимальное напряжение на входе	$U_{вх\ макс}$	0,4	0,6	–	В	$K_г$ = 1%
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,1	0,3	%	
Напряжение шумов на выходе	$U_ш$	–	10	20	мкВ	$R_{вх.}$ = 2,2 кОм
Коэффициент усиления (вход/выход)	$K_{усил}$	−3	−1,5	0	дБ	
Диапазон регулировки	–	±6	±8,5	±11	дБ	
Разделение каналов (перекрестная помеха)	–	60	70	–	дБ	Между каналами
Баланс стерео	–	−2	0	2	дБ	Между каналами

Рис. 2.4. Схема включения эквалайзера

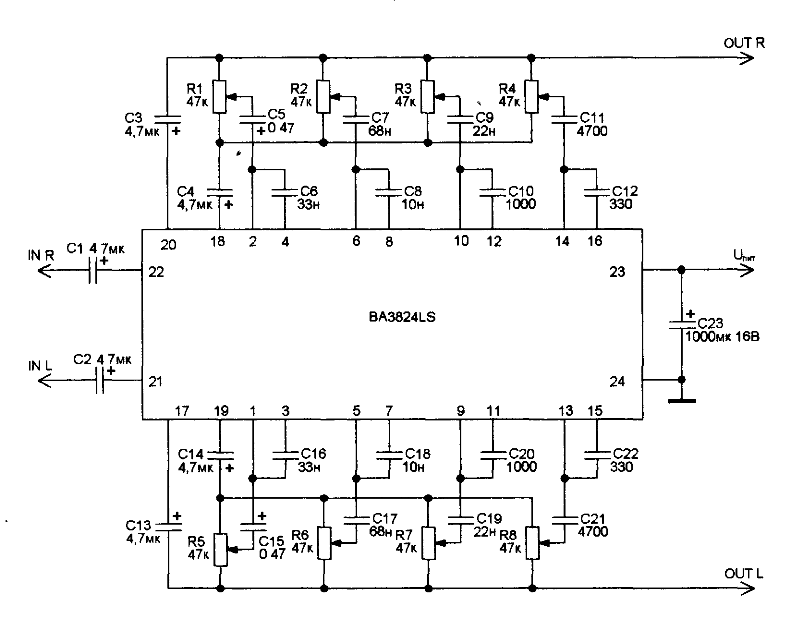


Рис. 2.5. Изображение печатной платы

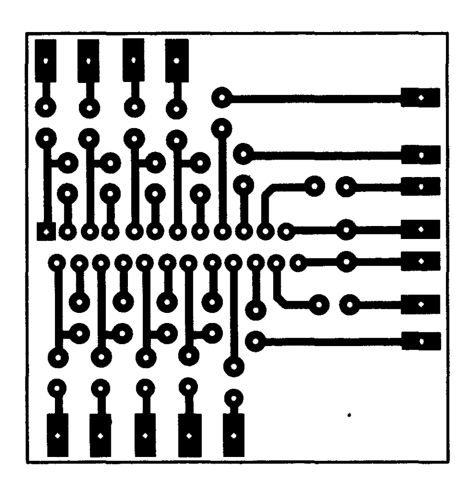
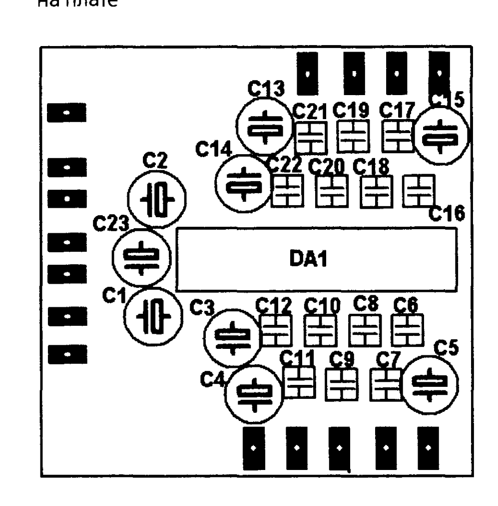


Рис. 2.6. Схема расположения элементов на плате



2.3. Пятиполосный графический стереоэквалайзер на BA3822

BA3822 — семейство интегральных 5-полосных эквалайзеров. Предназначены для регулировки тембра в пяти диапазонах. Частоты регулировки для каждого канала устанавливаются внешними конденсато-

рами. Применяется в автомобильной, переносной и стационарной звуковоспроизводящей аппаратуре среднего и высокого класса.

Особенности:

- 5-канальный эквалайзер в одной ИС;
- диапазон напряжения питания ($U_{пит.}$) от 3,5 до 14 В;
- малый ток потребления I_Q = 7 мА;
- выпускается в компактных SZIP/SSOP-A24 корпусах.

Предельные значения параметров микросхемы BA3822 приведены в таблице 2.5, типовые — в таблице 2.6.

Схема включения эквалайзера изображена на рис. 2.7. Изображение печатной платы и расположение элементов на плате — на рис. 2.8 и 2.9.

Таблица 2.5. Предельные значения параметров микросхемы BA3822 при температуре 25°С

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	16	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	500* (SZIP), 800** (SSOP)	мВт
Рабочая температура	$T_{раб}$	−25...+75	°С
Температура хранения	$T_{хран}$	−55...+125	°С

* Уменьшается на 5 мВт при увеличении рабочей температуры на 1°С свыше 25°С.
** Уменьшается на 8 мВт при увеличении рабочей температуры на 1°С свыше 25°С.

Таблица 2.6. Рекомендуемые значения параметров микросхемы BA3822

Параметр	Обозн.	Мин.	Рекоменд.	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	3,5	8	14	В	
Ток потребления	$I_{потр}$	4,5	7	9,5	мА	В режиме ожидания
Максимальное напряжение на входе	$U_{вх\ макс.}$	0,4	0,6	–	В	$K_г$ = 1%
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,1	0,3	%	
Напряжение шумов на выходе	$U_ш$	–	10	20	мкВ	$R_{вх}$ = 2,2 кОм
Коэффициент усиления (вход/выход)	$K_{усил}$	−3	−1,5	0	дБ	
Диапазон регулировки	–	±9	±11	±14	дБ	

Окончание табл. 2.6

Параметр	Обозн.	Мин.	Рекоменд.	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Разделение каналов (перекрестная помеха)	–	60	70	–	дБ	Между каналами
Баланс стерео	–	−2	0	2	дБ	Между каналами

Рис. 2.7. Схема включения эквалайзера

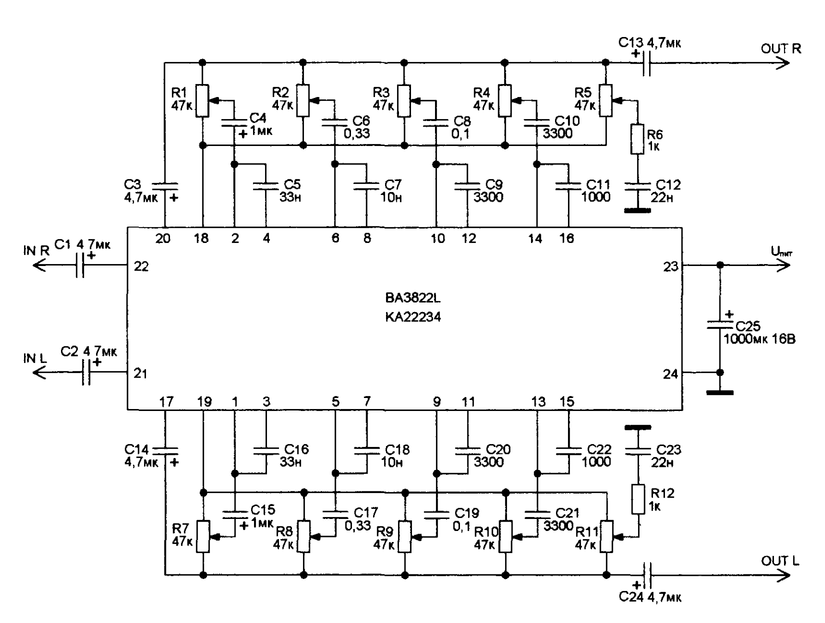


Рис. 2.8. Изображение печатной платы

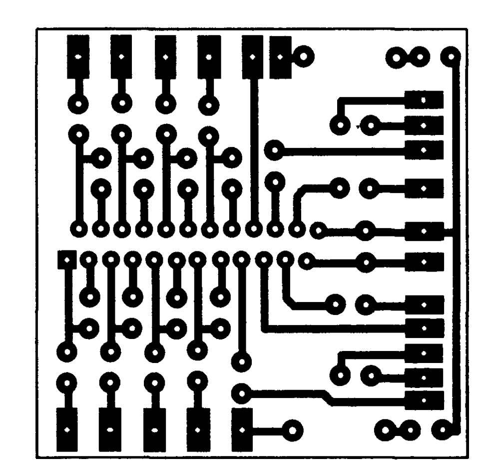
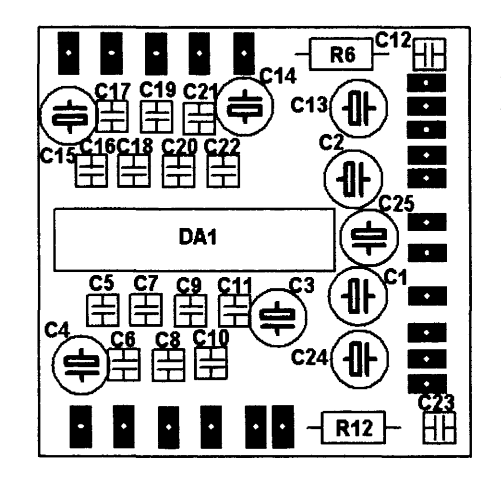


Рис. 2.9. Расположение элементов на плате



2.4. Пятиполосный графический эквалайзер на LA3600

Применяется в автомобильной и переносной звуковоспроизводящей аппаратуре. Предназначен для регулировки тембра в пяти диапазонах.

Особенности:

- 5-полосный эквалайзер на одной микросхеме;
- частоты для каждого канала устанавливаются независимо внешними конденсаторами и переменными резисторами;
- возможно каскадное включение двух эквалайзеров (от 6 до 10 каналов).

Предельные значения параметров микросхемы LA3600 приведены в таблице 2.7, типовые – в таблице 2.8.

Схема включения эквалайзера изображена на рис. 2.10. Изображение печатной платы и расположение элементов на плате – на рис. 2.11 и 2.12.

Таблица 2.7. Предельные значения параметров микросхемы LA3600 при температуре 25°С

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит\ макс}$	20	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс\ макс}$	300	мВт
Рабочая температура	$T_{раб.}$	–20...+75	°С
Температура хранения	$T_{хран.}$	–40...+125	°С

Таблица 2.8. Рекомендуемые значения параметров микросхемы LA3600 (при температуре $T_{раб.}$ = 25°С, напряжении питания $U_{пит}$ = 8 В, сопротивлении нагрузки $R_{нагр}$ = 10 кОм)

Параметр	Обозначение	Мин.	Средн.	Макс.	Ед. измер.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	–	8	20	В	
Входное напряжение	$U_{вх}$	5	10	15	В	
Ток потребления	$I_{потр.}$	3	5	8	мА	В режиме ожидания
Коэффициент усиления	–	8	10	12	дБ	F = 0,1–10 Гц
Коэффициент подавления	–	–12	–10	–8	дБ	F = 0,1–10 Гц
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,03	0,1	%	$U_{вых}$ = 1 В, F = 1 кГц
Напряжение шумов на выходе	$U_{шума}$	–	2,00	20	мкВ	F = 10–30 кГц

Рис. 2.10. Схема включения эквалайзера

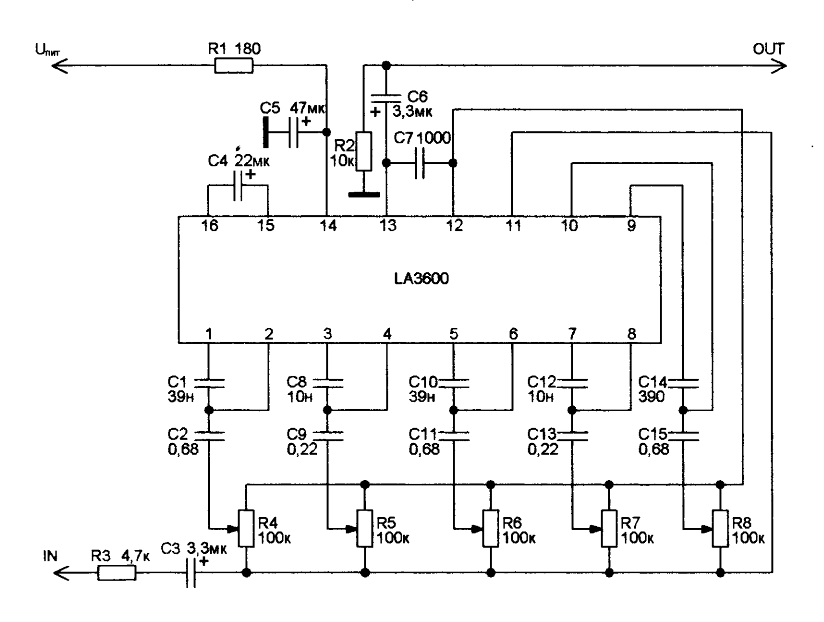


Рис. 2.11. Изображение печатной платы

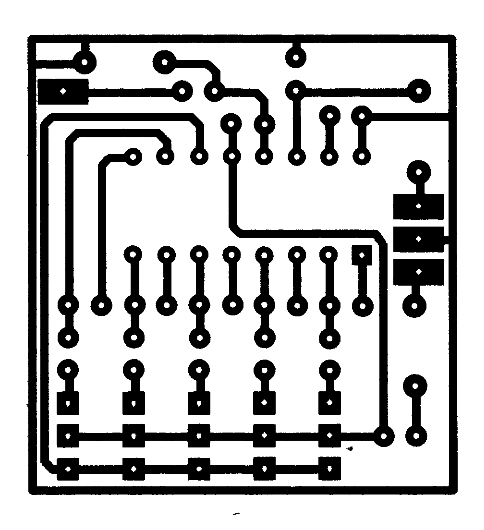
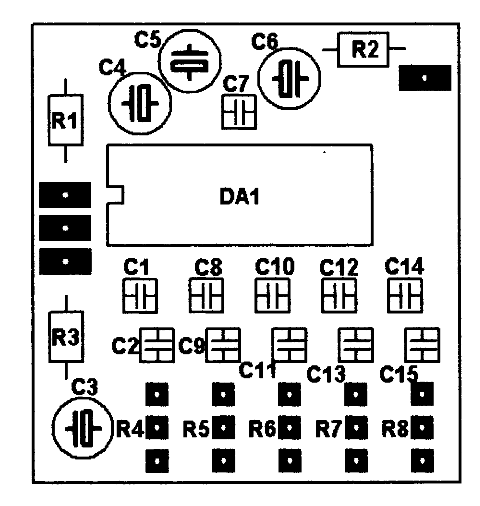


Рис. 2.12. Расположение элементов на плате



2.5. Стереорегулятор громкости, баланса и тембра ВЧ и НЧ на КА2107

Двухканальная схема регулировки громкости, тембра, баланса предназначена для применения в переносной и стационарной звуковоспроизводящей аппаратуре среднего и высокого классов.

Назначение выводов микросхемы KA2107 приведено в табл. 2.9, а основные технические характеристики — в табл. 2.10.

Схема включения представлена на рис. 2.13.

Изображение печатной платы представлено на рис. 2.14.

Схема расположения элементов на плате приведена на рис. 2.15.

Таблица 2.9. Назначение выводов микросхемы KA2107

Номер вывода	Назначение
1	Регулировка баланса
2	Напряжение питания
3	Выход первого канала
4	Вход коррекции первого канала
5	Регулировка тембра НЧ
6	Вход первого канала
7	Общий
8	Регулировка тембра ВЧ
9	Вход второго канала
10	Выход второго канала
11	Вход коррекции второго канала
12	Регулировка громкости

Таблица 2.10. Основные технические характеристики микросхемы KA2107

Параметр	Значение
Температурный диапазон	−20...+75° С
$U_{пит.}$	8−14 В
$I_{пит.}$	8−16 мА
$U_{вх.}$	500 мВ
Полоса частот	20−25 000 Гц
Диапазон регулировки НЧ (40 Гц)	−16...+12 дБ
Диапазон регулировки ВЧ (14 кГц)	−18...+13 дБ
Регулировка громкости	−80...−2 дБ
Регулировка баланса	−66...0 дБ
Коэффициент гармоник	0,1%

Рис. 2.13. Схема включения

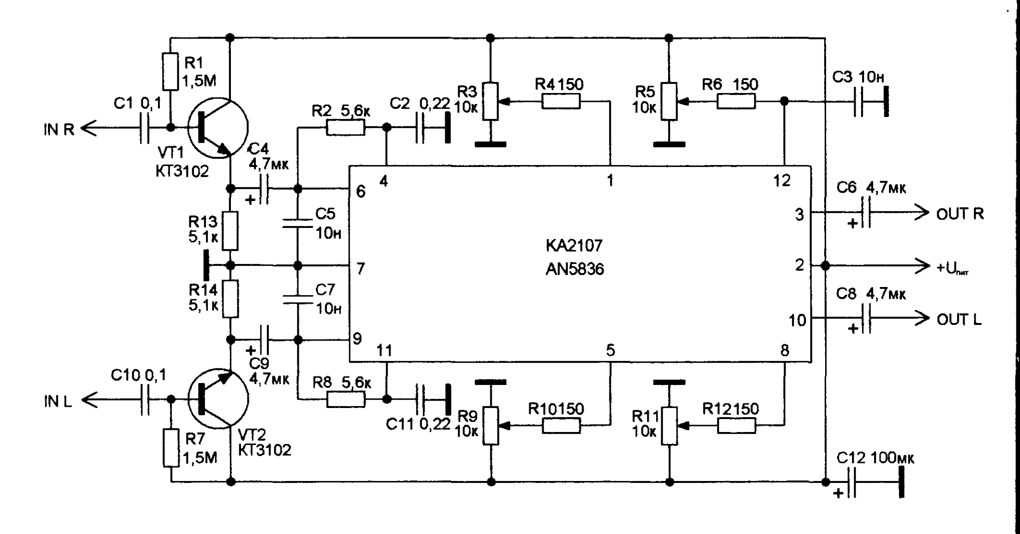


Рис. 2.14. Изображение печатной платы

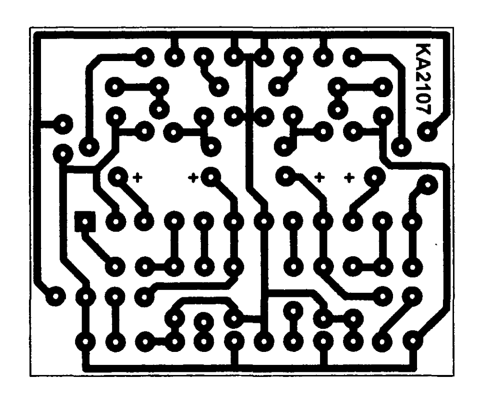
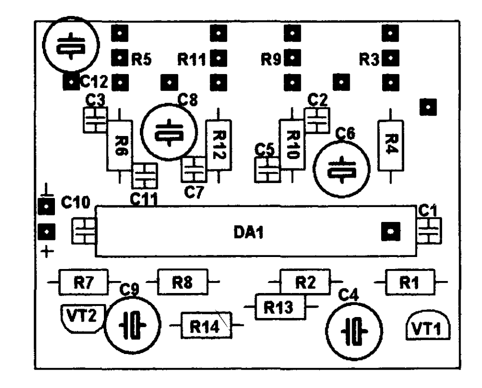


Рис. 2.15. Схема расположения элементов на плате



2.6. Стереофонический регулятор громкости, баланса и тембра низких и высоких частот на LM1036

Применяется в автомобильной, переносной и стационарной звуковоспроизводящей радио- и телеаппаратуре среднего и высокого класса.

Дополнительный управляющий вход обеспечивает простое управление компенсацией громкости.

Четыре контрольных входа обеспечивают управление тембрами низких и высоких частот, балансом и громкостью с помощью внешних потенциометров непосредственно или от системы дистанционного управления.

Каждый канал может быть настроен независимо конденсатором, для достижения желаемых характеристик.

Особенности:

- диапазон напряжения питания ($U_{пит.}$) от 9 до 16 В;
- широкий диапазон регулировок, 75 дБ;
- управление тембра ± 15 дБ;
- разделение каналов;
- малое искажение, 0,06% при $U_{вх.}$ = 0,3 В;
- большое отношение сигнал/шум, 80 дБ при $U_{вх.}$ = 0,3 В;
- небольшое количество необходимых внешних элементов.

Предельные значения параметров микросхемы LM1036 приведены в таблице 2.11, типовые — в таблице 2.12.

Типовая схема включения стереорегулятора изображена на рис. 2.16. Изображение печатной платы и расположение элементов на плате — на рис. 2.17 и 2.18.

Таблица 2.11. Предельные значения параметров микросхемы LM1036 при температуре 25°С

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	16	В
Входное напряжение на управляющих выводах (4, 7, 9, 12, 14)	$U_{упр}$	12	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	1	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	0...+70	°С
Температура хранения	$T_{хран}$	−65...+150	°С

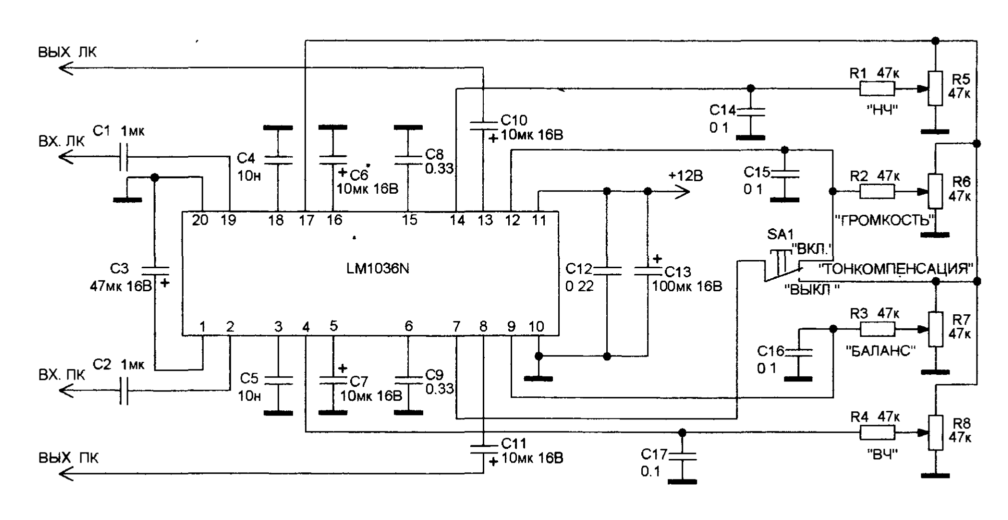
Таблица 2.12. Основные характеристики микросхемы LM1036 (при $U_{упр}$ =12 В и температуре 25°С)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	9	–	16	В	Вывод 11
Ток потребления	$I_{потр}$	–	35	45	мА	
Напряжение стабилитрона	–	–	5,4	–	В	Вывод 17
Ток стабилитрона	–	–	–	5	мА	Вывод 17

Окончание табл. 2.12

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Максимальное напряжение на выходе	$U_{вых\ макс}$	0,8 при $U_{упр}$ = 12 В	0,8 при $U_{упр}$ = 9 В (макс. $K_{усил}$) 1,0 при $U_{упр}$ = 12 В	–	В	Выводы 8, 13 F = 1 кГц
Максимальное напряжение на входе	$U_{вх\ макс}$	1,3	1,6	–	В	Выводы 2, 19 F = 1 кГц, $K_{усил}$ = –10 дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	20	30	–	кОм	Выводы 2, 19 F = 1 кГц
Выходное сопротивление	$R_{вых}$	–	20	–	Ом	Выводы 8, 13 F = 1 кГц
Коэффициент усиления	$K_{усил.}$	–2	0	2	дБ	U(выв. 12) = = U(выв. 17), F = 1 кГц
Диапазон регулировки громкости	–	70	75	–	дБ	F = 1 кГц
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,06	0,3	%	
Разнос каналов	–	60	75	20	дБ	F = 1 кГц, $K_{усил}$ = макс.
Отношение сигнал/шум	–	75	80	–	дБ	
Входной ток управления	–	–	–0,6	–2,5	мкА	Выводы 4, 7, 9, 12, 14

Рис. 2.16. Типовая схема включения стереорегулятора



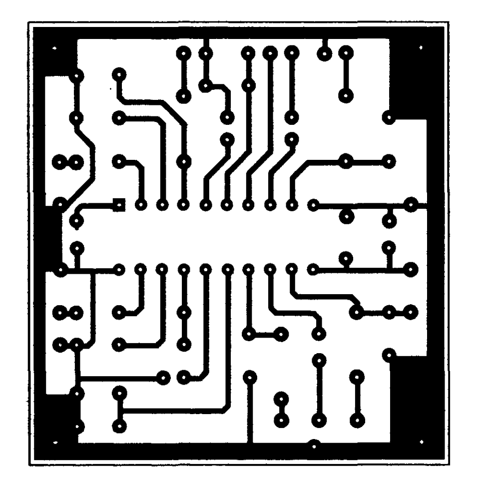


Рис. 2.17. Изображение печатной платы

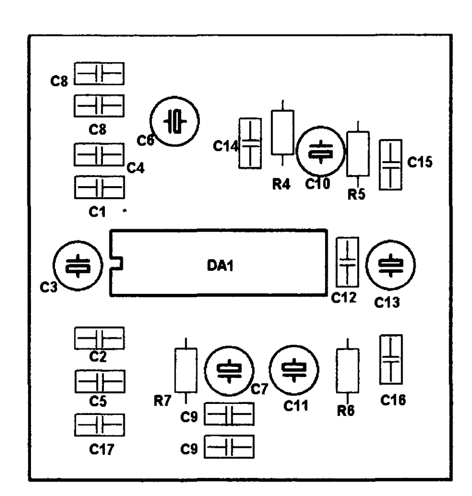


Рис. 2.18. Расположение элементов на плате

2.7. Стереофонический регулятор громкости, баланса и тембра низких и высоких частот на LM1040

Применяется в автомобильной, переносной и стационарной звуковоспроизводящей радио- и телеаппаратуре среднего и высокого класса.

Дополнительный управляющий вход обеспечивает простое управление компенсацией громкости.

Четыре контрольных входа обеспечивают управление тембрами низких и высоких частот, балансом и громкостью с помощью внешних потенциометров непосредственно или от системы дистанционного управления.

Каждый канал может быть настроен независимо конденсатором, для достижения желаемых характеристик.

Особенности:

- диапазон напряжения питания ($U_{пит.}$) от 9 до 16 В;
- широкий диапазон регулировок, 75 дБ;
- управление тоном, ± 15 дБ;
- разделение каналов;
- малое искажение, 0,06% при $U_{вх.}$ = 0,3 В;
- большое отношение сигнал/шум, 80 дБ при $U_{вх.}$ = 0,3 В;
- небольшое количество необходимых внешних элементов.

Предельные значения параметров микросхемы LM1040 приведены в таблице 2.13, типовые — в таблице 2.14.

Типовая схема включения стереорегулятора изображена на рис. 2.19, изображение печатной платы и расположение элементов на плате — на рис. 2.20 и 2.21.

Таблица 2.13. Предельные значения параметров микросхемы LM1040 при температуре 25°С

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	16	В
Входное напряжение на управляющих выводах (4, 7, 9, 12, 14)	$U_{упр}$	12	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	1,5	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	0... +70	°С
Температура хранения	$T_{хран}$	−65... +150	°С

Таблица 2.14. Основные характеристики микросхемы LM1040 (при $U_{упр}$ =12 В и температуре 25°С)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	9	–	16	В	Вывод 13
Ток потребления	$I_{потр}$	–	35	45	мА	
Напряжение стабилитрона	–	–	5,4	–	В	Вывод 19
Ток стабилитрона	–	–	–	5	мА	Вывод 19
Максимальное напряжение на выходе	$U_{вых\ макс}$	0,8 при $U_{упр}$ = 12 В	0,8 при $U_{упр}$ = 9 В (макс. $K_{усил}$) 1,0 при $U_{упр}$ = 12 В	–	В	Выводы 10, 15 F = 1 кГц
Максимальное напряжение на входе	$U_{вх\ макс}$	1,3	1,6	–	В	Выводы 2, 23 F = 1 кГц, $K_{усил}$ = −10 дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	20	30	–	кОм	Выводы 2, 23 F = 1 кГц
Выходное сопротивление	$R_{вых}$	–	20	–	Ом	Выводы 10, 15 F = 1 кГц
Коэффициент усиления	$K_{усил}$	−2	0	2	дБ	U(выв. 14) = U(выв. 19), F = 1 кГц

Окончание табл. 2.14

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Диапазон регулировки громкости	–	70	75	–	дБ	F = 1 кГц
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,06	0,3	%	
Разнос каналов	–	60	75	20	дБ	F = 1 кГц, $K_{усил.}$ = макс.
Отношение сигнал/шум	–	75	80	–	дБ	
Входной ток управления	–	–	–0,6	–2,5	мкА	Выводы 6, 9, 11, 14, 16

Рис. 2.19. Типовая схема включения стереорегулятора

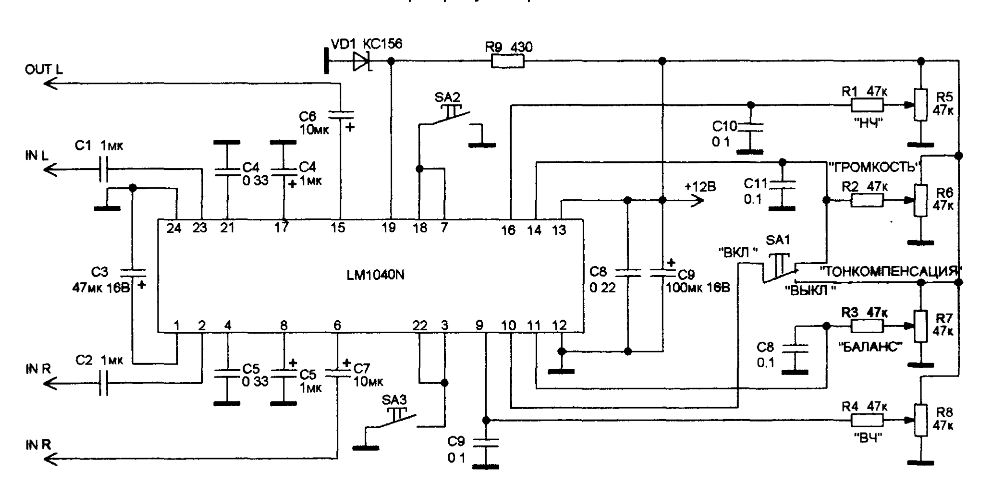


Рис. 2.20. Изображение печатной платы

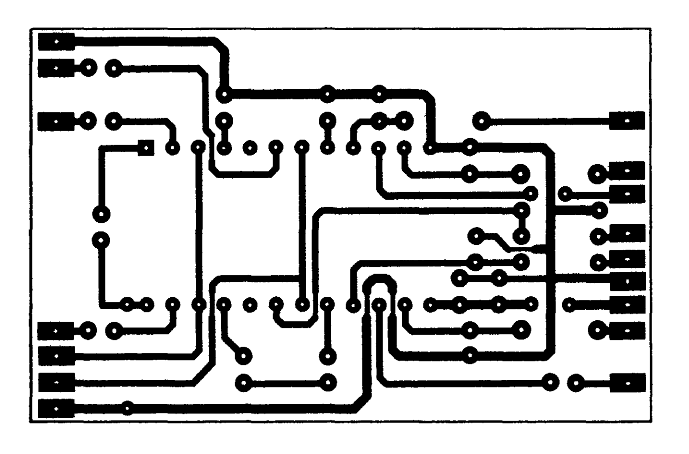
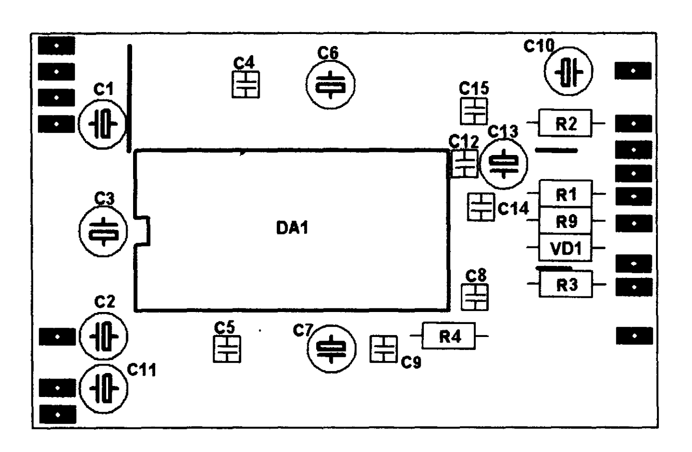


Рис. 2.21. Расположение элементов на плате



2.8. Стереофонический регулятор громкости, баланса и тембра на TCA5550

Применяется в стационарной и переносной звуковой аппаратуре среднего и высокого класса.

Особенности:

- 4 высокоомных выхода;
- тон для каждого канала независимо устанавливается внешними конденсаторами;
- малое искажение;
- разнос каналов более чем 45 дБ;
- широкий диапазон напряжений питания 10—16 В;
- ±14 дБ управления тоном;
- более 75 дБ диапазон регулировки громкости;
- низкое выходное сопротивление.

Предельные значения параметров микросхемы TCA5550 приведены в таблице 2.15, типовые – в таблице 2.16.

Типовая схема включения стереорегулятора изображена на рис. 2.22, изображение печатной платы и расположение элементов на плате – на рис. 2.23 и 2.24.

Таблица 2.15. Предельные значения параметров микросхемы TCA5550

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	16	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс.}$	1250	мВт
Рабочая температура	$T_{раб}$	–40... +85	°С
Температура хранения	$T_{хран}$	–65... +180	°С

Таблица 2.16. Основные характеристики микросхемы TCA5550

Параметр	Обозн.	№ вывода	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	13	10	–	16	В
Ток потребления	$I_{потр}$	–	–	30 ($K_{усил}$ = мин.) 15 ($K_{усил}$ = макс.)	–	мА
Напряжение на выходе	$U_{вых}$	5	–	5	–	В
Ток на выходе	$I_{вых}$	5	–	–	3	мА
Входной уровень	–	12, 16	–	100	500	мВ
Входное сопротив-ление	$R_{вх}$	12, 16	–	100	–	кОм
Выходное сопротивление	$R_{вых}$	2, 6	–	300	–	Ом
Коэффициент усиления	$K_{усил}$	–	−2	–	2	дБ
Диапазон регулировки тона	–	3,4	−14	–	14	дБ
Диапазон регулировки баланса	–	6	–	3	–	дБ
Диапазон регулировки громкости	–	7	−70	–	80	дБ
Входной ток управления	$I_{вх}$	3, 4, 6, 7	–	–	±1	мкА
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	–	0,1	–	%
Разнос каналов	–	–	45	–	–	дБ
Отношение сигнал/шум	–	–	–	70	–	дБ

Рис. 2.22. Типовая схема включения стереорегулятора

Рис. 2.23. Изображение печатной платы

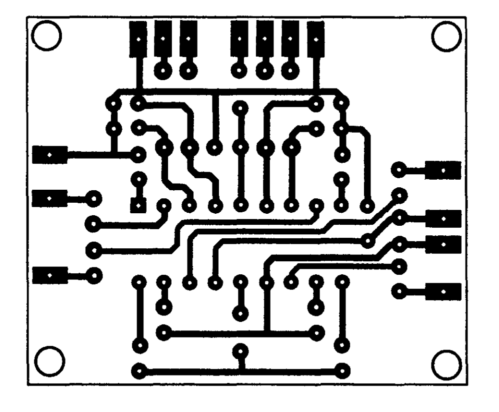
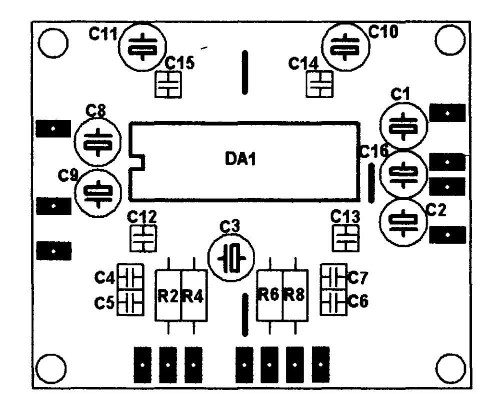


Рис. 2.24. Расположение элементов на плате



2.9. Электронный стереотемброблок на TDA1524

Двухканальная схема регулировки громкости, тембра, баланса предназначена для применения в переносной и стационарной звуковоспроизводящей аппаратуре среднего и высокого классов.

Назначение выводов микросхемы TDA1524 приведено в табл. 2.17, а основные технические характеристики — в табл. 2.18.

Схема включения изображена на рис. 2.25.

Изображение печатной платы приведен на рис. 2.26.

Схема расположения элементов на плате представлена на рис. 2.27.

Таблица 2.17. Назначение выводов микросхемы TDA1524

Номер вывода	Назначение
1	Напряжение регулировки громкости
2	Конденсатор фильтра схемы питания
3	Напряжение питания
4	Вход правого канала
5	Конденсатор тембра ВЧ (правый канал)
6	Конденсатор тембра ВЧ (правый канал)
7	Конденсатор тембра НЧ (правый канал)
8	Вход правого канала
9	Напряжение регулировки тембра НЧ
10	Напряжение регулировки тембра ВЧ
11	Выход левого канала
12	Конденсатор цепи тембра НЧ (левый канал)
13	Конденсатор цепи тембра НЧ (левый канал)
14	Конденсатор цепи тембра ВЧ (левый канал)
15	Вход левого канала
16	Напряжение регулировки баланса
17	Выход напряжения потенциометров
18	Общий

Таблица 2.18. Основные характеристики микросхемы TDA1524

Параметр	Значение
Температурный диапазон	−20...+60°С
$U_{пит.}$	7–15 В
$I_{пит}$	8–16 мА
$U_{вх}$	50 мВ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Диапазон регулировки НЧ	−19...+17 дБ
Диапазон регулировки ВЧ	−15...+15 дБ
Регулировка громкости	−80...−2 дБ
Регулировка баланса	−40...0 дБ
Уровень шума	−50 дБ
Коэффициент гармоник	0,3%

Рис. 2.25. Схема включения

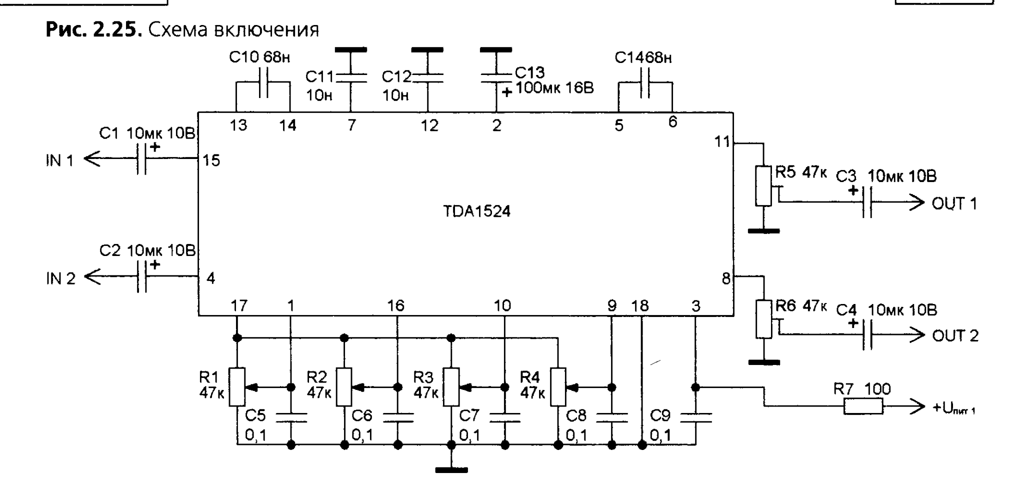


Рис. 2.26. Изображение печатной платы

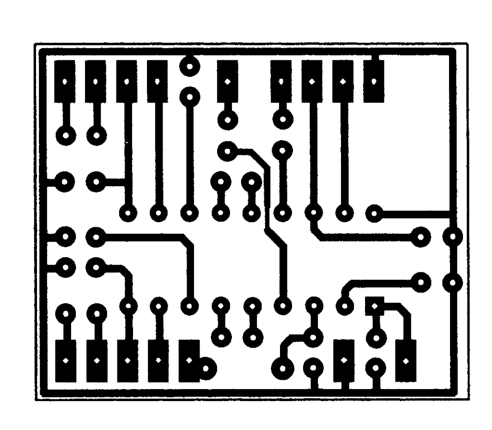
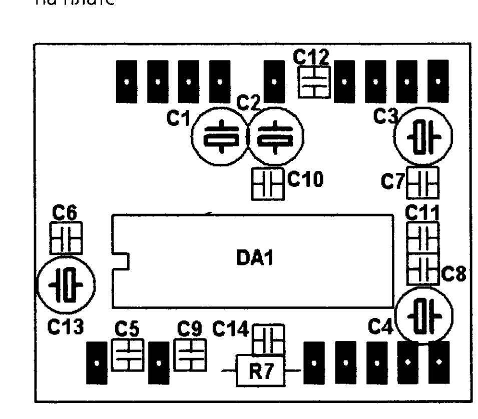


Рис. 2.27. Схема расположения элементов на плате



2.10. Hi-Fi электронный стереотемброблок на TA7630

Двухканальная схема регулировки громкости, тембра, баланса предназначена для применения в переносной и стационарной звуковоспроизводящей аппаратуре среднего и высокого классов.

Назначение выводов микросхемы TA7630 приведено в табл. 2.19, а основные технические характеристики – в табл. 2.20.

Схема включения представлена на рис. 2.28.

Изображение печатной платы приведено на рис. 2.29.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 2.30.

Таблица 2.19. Назначение выводов микросхемы TA7630

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Вход 1
3	Конденсатор фильтра
4	Конденсатор фильтра
5	Конденсатор фильтра
6	Выход 2
7	Регулировка баланса
8	Регулировка громкости
9	Регулировка тембра НЧ
10	Регулировка тембра ВЧ
11	Выход 1
12	Напряжение питания
13	Конденсатор фильтра
14	Конденсатор фильтра
15	Вход 2
16	Выход обратной связи

Таблица 2.20. Основные характеристики микросхемы TA7630

Параметр	Значение
$U_{пит}$	6–12 В
$I_{вых}$	11 мА
$R_{вх}$	500 кОм
Регулировка громкости	80 дБ
Регулировка баланса	–3,5...3,5 дБ
Регулировка тембра ВЧ	7–14 дБ
Регулировка тембра НЧ	–15...–7 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,1%

Рис. 2.28. Схема включения

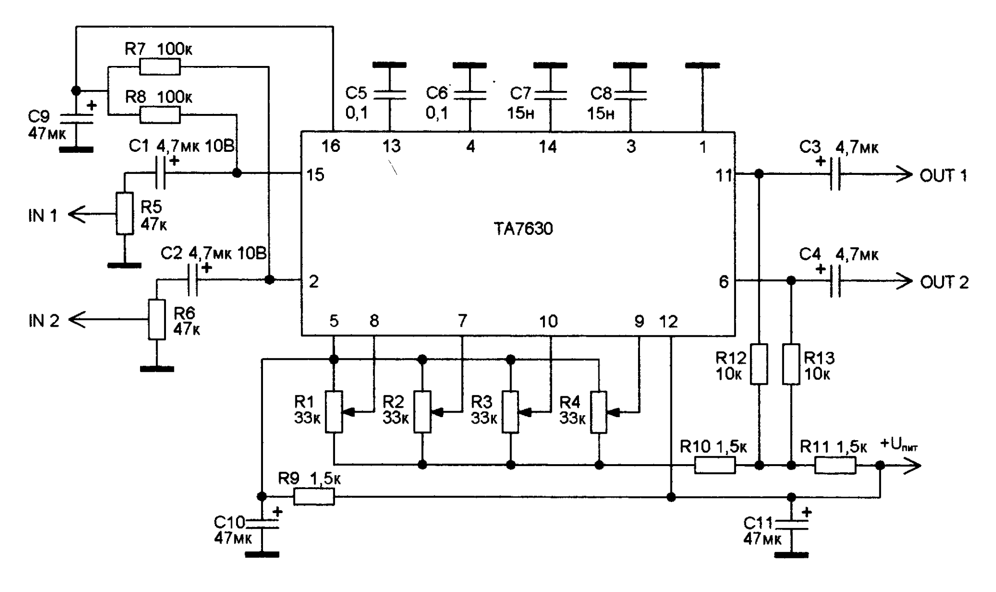


Рис. 2.29. Изображение печатной платы

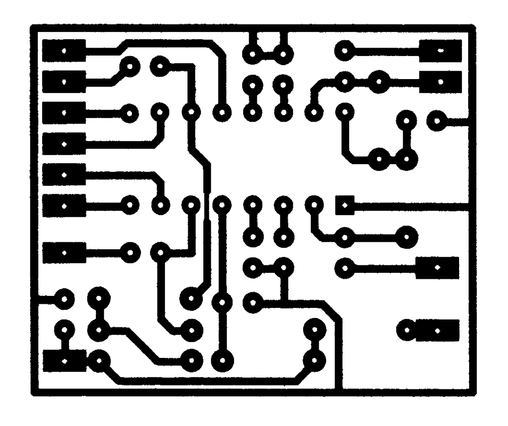
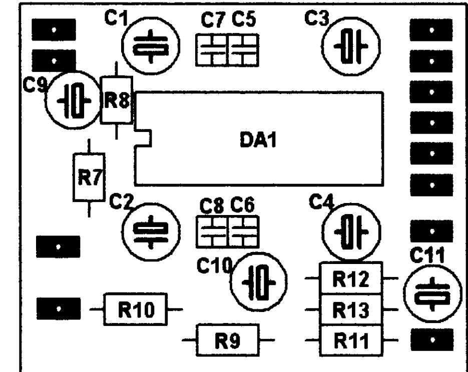


Рис. 2.30. Схема расположения элементов на плате



2.11. Электронный стереотемброблок с кнопочным управлением на КР174ХА53

Микросхема КР174ХА53 выполняет функции регулятора громкости, тембра и баланса в стереофонических системах. КР174ХА53 предназначена для низковольтной малогабаритной звуковоспроизводящей аппаратуры с кнопочным управлением: радиоприемников; кассетных, CD- и MINIDISC-плееров; магнитол; мультимедийных и иных активных акустических систем. ИС может быть использована при построении широкой гаммы радиоприемных и аудиоустройств. Ближайшим ана-

логом КР174ХА53 является ИС TEA6300 ф. Philips. ИС аналогичны по функциям, но отличаются некоторыми параметрами, а также схемотехническими, топологическими, конструктивными и технологическими решениями.

Особенности:

- регулировка громкости:
  - диапазон – 70 дБ;
  - шаг регулировки – 1,4 дБ;
- регулировки тембра (ВЧ, НЧ) и баланса:
  - диапазон – +12 дБ;
  - шаг регулировки – 1,5 дБ;
- коэффициент нелинейных искажений 0,05%;
- минимум внешних компонентов;
- напряжение питания – 2,1–6,0 В;
- ток потребления – 10 мА;
- технология – БиКМОП;
- корпус пластмассовый DIP – 2104.18-В.

Основные технические характеристики микросхемы КР174ХА53 приведены в табл. 2.21.

Схема включения представлена на рис. 2.31.

Изображение печатной платы приведено на рис. 2.32.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 2.33.

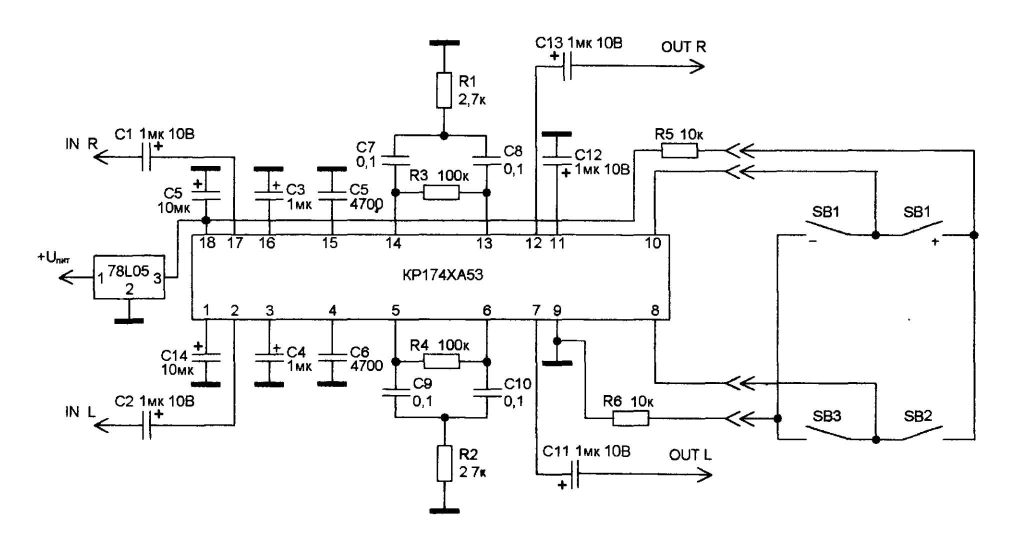
Таблица 2.21. Основные технические характеристики микросхемы КР174ХА53 (T=25°C, $U_г$=6,0V, U=1,26V, F=1,0 kHz, если не оговорено иное)

Параметр	Единица измерения	Символ	Норма		
			мин.	тип.	макс.
Рабочий диапазон напряжений питания	В	$U_{пит}$	2,1	–	9,0
Ток потребления	мА	$I_{потр}$	–	–	15,0
Максимальный коэффициент передачи (уровень громкости) в режиме АЧХ	дБ	–	–2	–	0
Коэффициент разделения каналов	дБ	–	60	–	–
Коэффициент гармоник	дБ	$K_г$	–	0,05	–
Регулировка громкости					
Диапазон регулировки	дБ	–	58	–	–
Шаг регулировки	дБ	–	–	1,4	–

Окончание табл. 2.21

Параметр	Единица измерения	Символ	Норма		
			мин.	тип.	макс.
Регулировка тембра НЧ					
Максимальный подъем передачи на частоте 100Hz	дБ	–	9	14	–
Максимальное подавление передачи на частоте 100Hz	дБ	–	–	–13,0	–11,0
Шаг регулировки	дБ		–	1,7	–
Регулировка тембра ВЧ					
Максимальный подъем передачи на частоте 16kHz	дБ	–	10	13	–
Максимальное подавление передачи на частоте 16kHz	дБ	–	–	–11	–8
Шаг регулировки	дБ	–	–	1,3	–
Регулировка баланса					
Максимальное подавление передачи в одном канале относительно другого	дБ	–	–	–14,0	–11,0
Шаг регулировки	дБ	–	–	2,0	–

Рис. 2.31. Схема включения



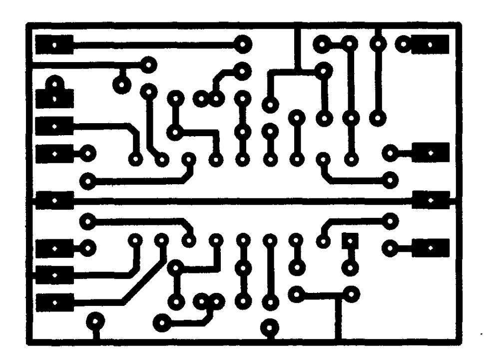


Рис. 2.32. Изображение печатной платы

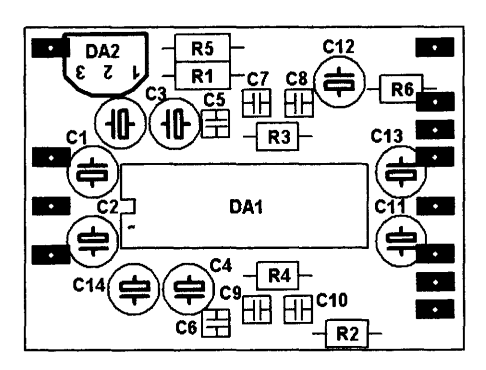


Рис. 2.33. Схема расположения элементов на плате

2.12. Электронный стереотемброблок с кнопочным управлением на КР174ХА54

Микросхема КР174ХА54 выполняет функции регулятора громкости, тембра и баланса в стереофонических системах. КР174ХА54 предназначена для низковольтной малогабаритной звуковоспроизводящей аппаратуры с кнопочным управлением: радиоприемников; кассетных, CD- и MINIDISC-плееров; магнитол; мультимедийных и иных активных акустических систем. ИС может быть использована при построении широкой гаммы радиоприемных и аудиоустройств.

От КР174ХА53 отличается наличием управления светодиодными индикаторами режимов работы регулятора.

Ближайшим аналогом КР174ХА54 является ИС TEA6300 ф. Philips. ИС аналогичны по функциям, но отличаются некоторыми параметрами, а также схемотехническими, топологическими, конструктивными и технологическими решениями.

Особенности:

- регулировка громкости:
  - диапазон — 70 дБ;
  - шаг регулировки — 1,4 дБ;
- регулировки тембра (ВЧ, НЧ) и баланса:
  - диапазон — +12 дБ;
  - шаг регулировки — 1,5 дБ;
- коэффициент нелинейных искажений — 0,05%;
- минимум внешних компонентов;
- напряжение питания — 2,1–6,0 В;
- ток потребления — 10 мА;
- технология — БиКМОП;
- корпус пластмассовый DIP — 2104.18-В.

Основные технические характеристики микросхемы КР174ХА54 приведены в табл. 2.22.

Схема включения представлена на рис. 2.34.

Изображение печатной платы приведено на рис. 2.35.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 2.36.

Таблица 2.22. Основные технические характеристики микросхемы КР174ХА54

Параметр	Значение
$U_{пит}$	2,1–8 В
$I_{потр}$	15 мА
$R_{нагр}$	0,5 кОм
Амплитуда напряжений входного сигнала	0,8(2,1 В)–2(6 В) дБ
Максимальный коэффициент передачи (уровень громкости) в режиме АЧХ	–2...0 дБ
Коэффициент разделения каналов	60 дБ
Коэффициент гармоник	0,05%
Регулировка громкости	
Диапазон регулировки громкости	от 58 дБ
Шаг регулировки	1,4 дБ
Регулировка тембра НЧ	
Максимальный подъем передачи на частоте 100 Гц	14 дБ
Максимальное подавление передачи на частоте 100 Гц	–13 дБ
Шаг регулировки	1,7 дБ
Регулировка тембра ВЧ	
Максимальный подъем передачи на частоте 16 кГц	13 дБ
Максимальное подавление передачи на частоте 16 кГц	–11 дБ
Шаг регулировки	1,3 дБ
Регулировка баланса	
Максимальное подавление передачи в одном канале относительно другого	–14 дБ
Шаг регулировки	2,0 дБ

Рис. 2.34. Схема включения

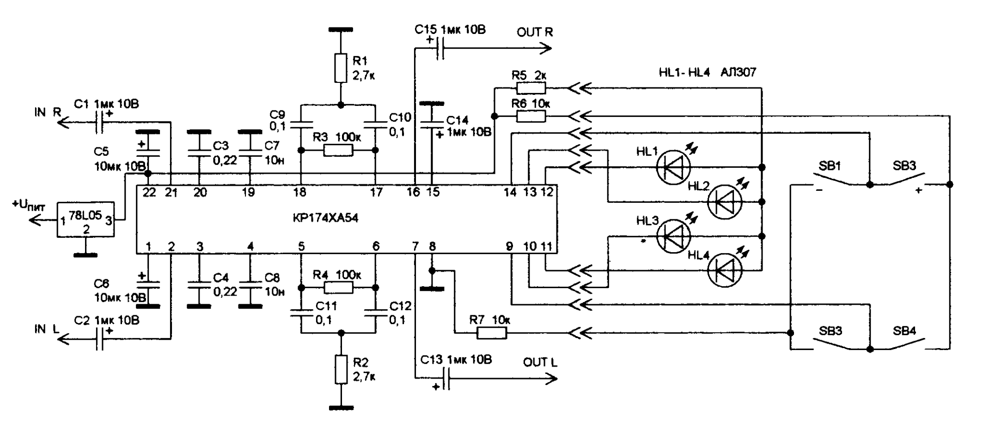


Рис. 2.35. Изображение печатной платы

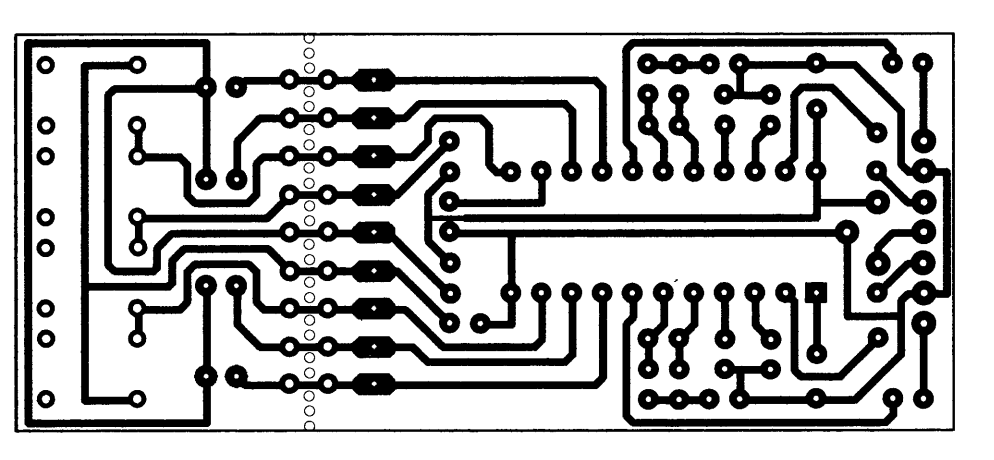
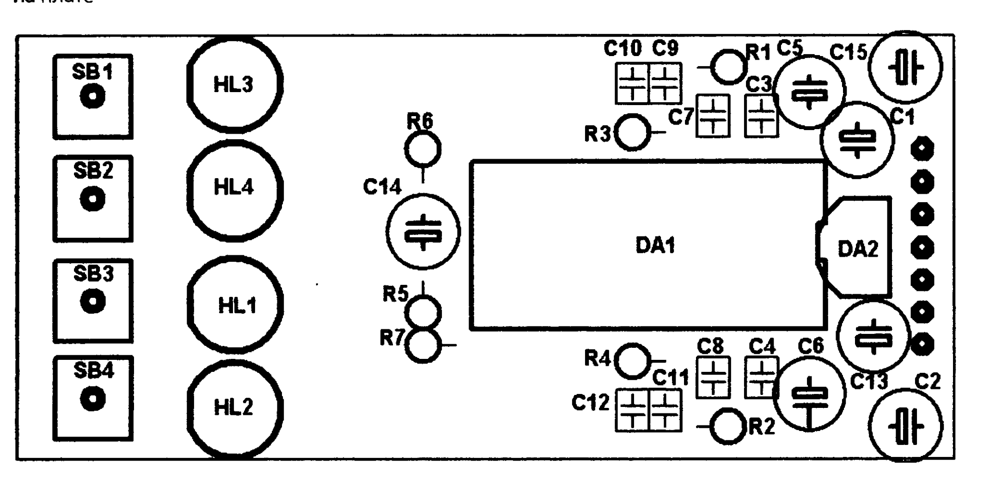


Рис. 2.36. Схема расположения элементов на плате



2.13. Процессор обработки аудиосигнала на TDA3810

Двухканальная схема обработки аудиосигнала позволяет реализовать следующие режимы: нормальный стереорежим, стереорежим с расширенной стереобазой, режим формирования псевдостереосигнала из моносигнала.

Назначение выводов микросхемы TDA3810 приведено в табл. 2.23, а основные технические характеристики – в табл. 2.24.

Схема включения приведена на рис. 2.37.

Изображение печатной платы представлено на рис. 2.38.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 2.39.

Таблица 2.23. Назначение выводов микросхемы TDA3810

Номер вывода	Назначение
1	Конденсатор
2	Вход 1
3	Цепь коррекции
4	Цепь коррекции
5	Цепь коррекции
6	Выход 1
7	Индикация стереобазы
8	Индикация псевдостереосигнала
9	Выбор режима
10	Общий
11	Выбор режима
12	Выбор режима
13	Цепь коррекции
14	Цепь коррекции
15	Выход 2
16	Цепь коррекции
17	Вход 2
18	Питание

Таблица 2.24. Основные технические характеристики микросхемы TDA3810

Параметр	Значение
$U_{пит}$	9–18 В
$I_{вых}$	40 мА
$R_{вх}$	75 кОм
$U_{вых\ макс}$	1 В
Полоса частот	· 20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,5%

Рис. 2.37. Схема включения

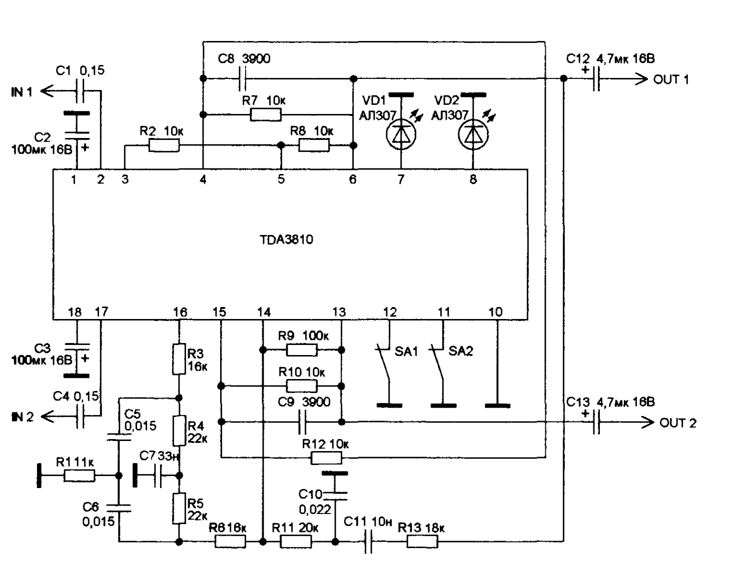


Рис. 2.38. Изображение печатной платы

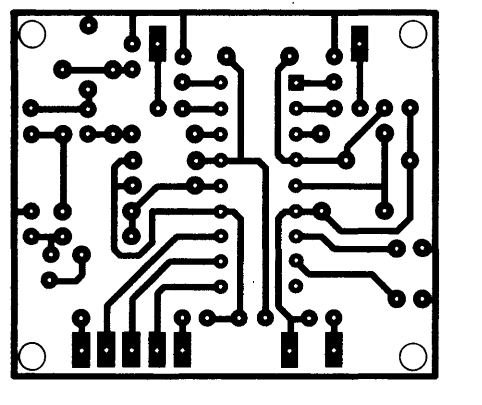
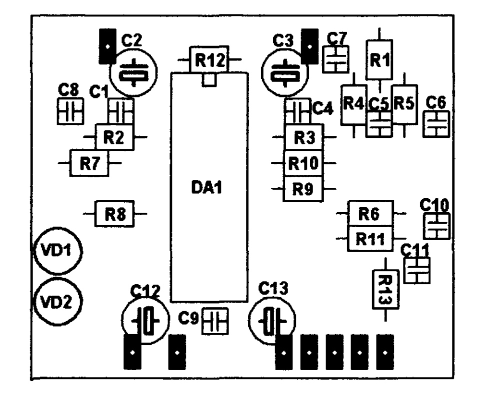


Рис. 2.39. Схема расположения элементов на плате



2.14. Активный двухканальный фильтр на BA3870 (MEGA BASS)

ИМС BA3870 представляет собой активный двухканальный фильтр, производящий специальную обработку стереосигнала, создавая более объемный и «прозрачный» звук.

Фильтр подключается перед регуляторами громкости, с движков которых снимается сигнал обратной связи (DET).

Назначение выводов микросхемы BA3870 приведено в табл. 2.25, а основные технические характеристики – в табл. 2.26.

Схема включения приведена на рис. 2.40.

Изображение печатной платы приведено на рис. 2.41.

Схема расположения элементов на плате представлена на рис. 2.42.

Таблица 2.25. Назначение выводов микросхемы BA3870

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Выход 2
3	Вход усилителя Bias
4	Выход усилителя Bias
5	Вход детектора
6	Выход детектора
7	Установка уровня BASS
8	Цепь коррекции
9	Выход 1
10	Переключатель режима
11	Цепь коррекции
12	Коррекция
13	Вход 1
14	Выход усилителя 2
15	Неинвертирующий вход
16	Инвертирующий вход
17	Не используется
18	Выход 2
19	Коррекция
20	Напряжение питания

Таблица 2.26. Основные технические характеристики микросхемы BA3870

Параметр	Значение
$U_{пит.}$	3–8 В
$I_{вых}$	1,2 В
$R_{вх}$	13,5 кОм
Регулировка тембра ВЧ	4 дБ
Регулировка тембра НЧ	20 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,05%
Коэффициент шума	–90 дБ

Рис. 2.40. Схема включения

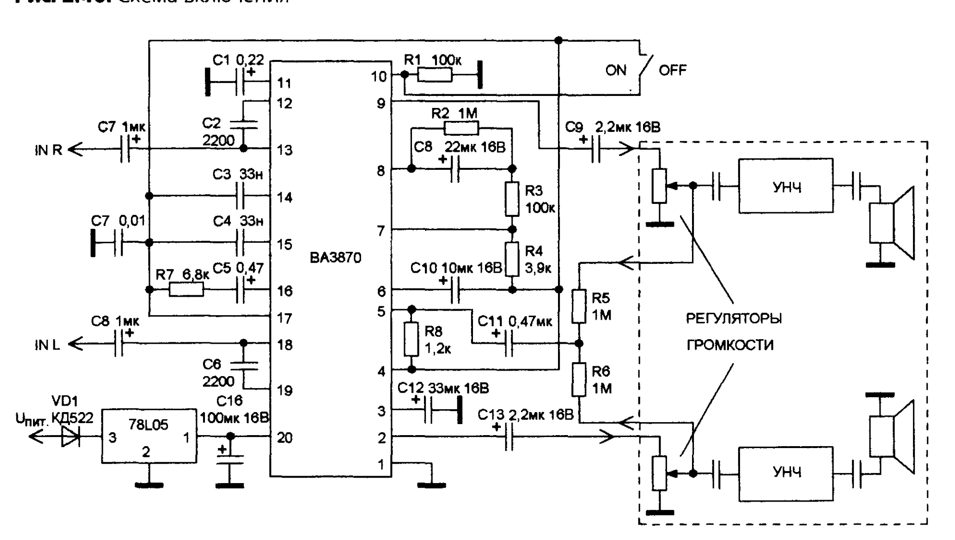


Рис. 2.41. Изображение печатной платы

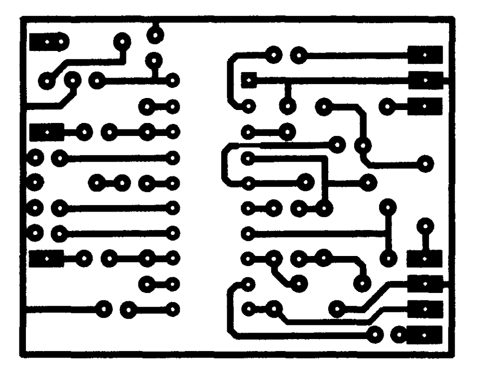
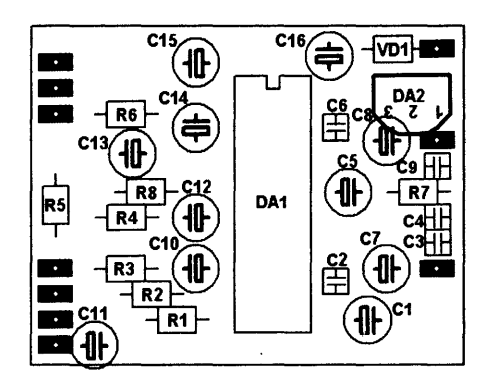


Рис. 2.42. Схема расположения элементов на плате



2.15. Аудиопроцессор на mPC1892

Аудиопроцессор mPC1892 преобразует плоский стереофонический сигнал (L и R) в четырехканальный «объемный». Основу интегральной микросхемы ИМС составляют суммарно-разностная матрица и фазосдвигающие (на угол a) цепи. В результате обработки формируются сигналы L + a(L – R), R – a(L – R), L + R, a(L – R), которые поступают на выводы OUT L, OUT R, OUT-CENTER и OUT SURROUND соответственно. Первые два сигнала подаются на обычные стереоколонки, а два других – на фронтальную и тыловую. В канале SURROUND обычно используют либо две колонки, либо одну (расположенную напротив фронтальной). В зависимости от выбранного переключателями S1, S2 режима (**Выкл./Музыка/Кинофильм/Dolby surround**) изменяется фазовый сдвиг a, при этом положение регулировок Center и Surround влияет на долю дополнительных сигналов (L – R) и (L + R), что позволяет изменить звучание от обычного стерео до гиперобъемного.

Назначение выводов микросхемы приведено в табл. 2.27, а основные технические характеристики – в табл. 2.28.

Типовая схема включения приведена на рис. 2.43, а изображение печатной платы и расположение элементов на плате – на рис. 2.44 и 2.45 соответственно.

На комфортное восприятие звучания четырех каналов большое влияние оказывают тип акустики и ее размещение, которые, в свою очередь, зависят от параметров УНЧ и акустических свойств помещения.

Таблица 2.27. Назначение выводов микросхемы mPC1892

Номер вывода	Назначение
1	Напряжение питания
2	Конденсатор фильтра
3	Конденсатор фильтра
4	Конденсатор фильтра
5	Конденсатор фильтра
6	Конденсатор фильтра
7	Переключатель режима
8	Переключатель режима
9	Выход Surround
10	Конденсатор фильтра
11	Конденсатор фильтра

Окончание табл. 2.27

Номер вывода	Назначение
12	Выход L
13	Выход Center
14	Выход R
15	Общий
16	Регулировка ВЧ
17	Регулировка НЧ
18	Регулировка Center
19	Регулировка громкости L, R
20	Регулировка баланса
21	Конденсатор фильтра
22	Конденсатор фильтра
23	Регулировка Surround
24	Конденсатор фильтра
25	Вход L
26	Вход R
27	Конденсатор фильтра
28	Фильтр
29	Фильтр
30	Конденсатор фильтра

Таблица 2.28. Основные технические характеристики микросхемы mPC1892

Параметр	Значение
$U_{пит}$	3–18 В
$I_{вых}$	35 мА
$R_{вх}$	3 В
Регулировка громкости	–80...+21,5 дБ
Регулировка тембра ВЧ	–15...+15 дБ
Регулировка тембра НЧ	–19...+17 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,3%

Рис. 2.43. Типовая схема включения

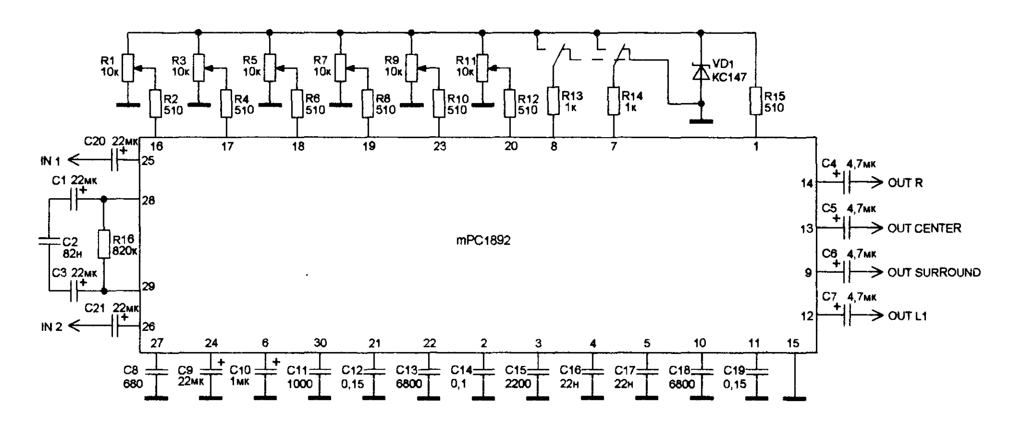


Рис. 2.44. Изображение печатной платы

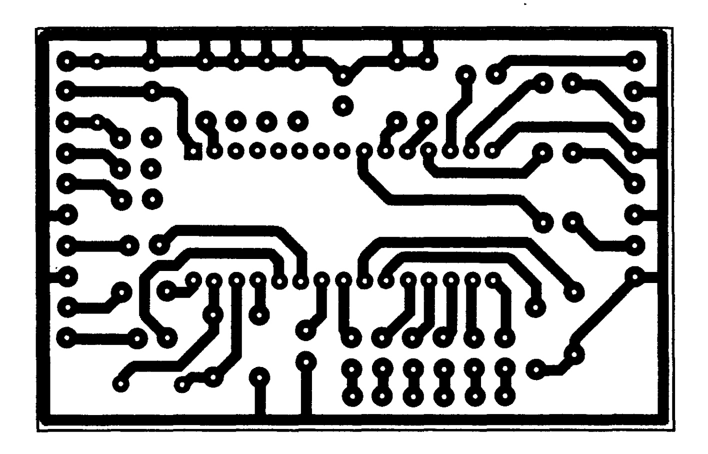
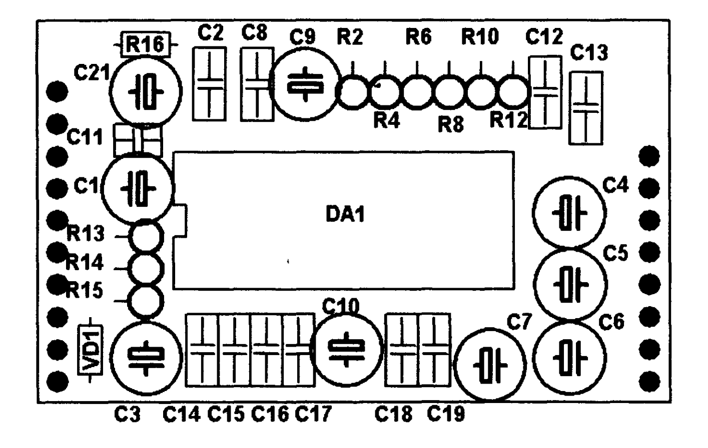


Рис. 2.45. Расположение элементов на плате



2.16. Расширитель стереобазы на К157УД2

Расширитель стереобазы предназначен для улучшения стереоэффекта при малом расстоянии между акустическими системами. Он подключается непосредственно перед усилителем мощности.

Назначение выводов приведено в табл. 2.29.

Основные технические характеристики представлены в табл. 2.30.

Схема включения изображена на рис. 2.46,

Изображение печатной платы приведено на рис. 2.47.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 2.48.

Таблица 2.29. Назначение выводов микросхемы К157УД2

Номер вывода	Назначение
1	Коррекция 1 усилителя
2	Неинвертирующий вход 1 усилителя
3	Инвертирующий вход 1 усилителя
4	Напряжение питания 2
5	Инвертирующий вход 2 усилителя
6	Неинвертирующий вход 2 усилителя
7	Коррекция 2 усилителя
8	Коррекция 2 усилителя
9	Выход 2 усилителя
10	Не используется
11	Напряжение питания 1
12	Не используется
13	Выход 1 усилителя
14	Коррекция 1 усилителя

Таблица 2.30. Основные технические характеристики микросхемы К157УД2

Параметр	Значение
$U_{пит. 1}$	+3...+18 В
$U_{пит 2}$	−3...−18 В
$I_{вх.}$	500 нА
$R_{вх}$	500 кОм
Коэффициент усиления	82 дБ
Скорость нарастания входного напряжения	0,5 В/мкс
$P_{потр}$	240 мВт

Рис. 2.46. Схема включения

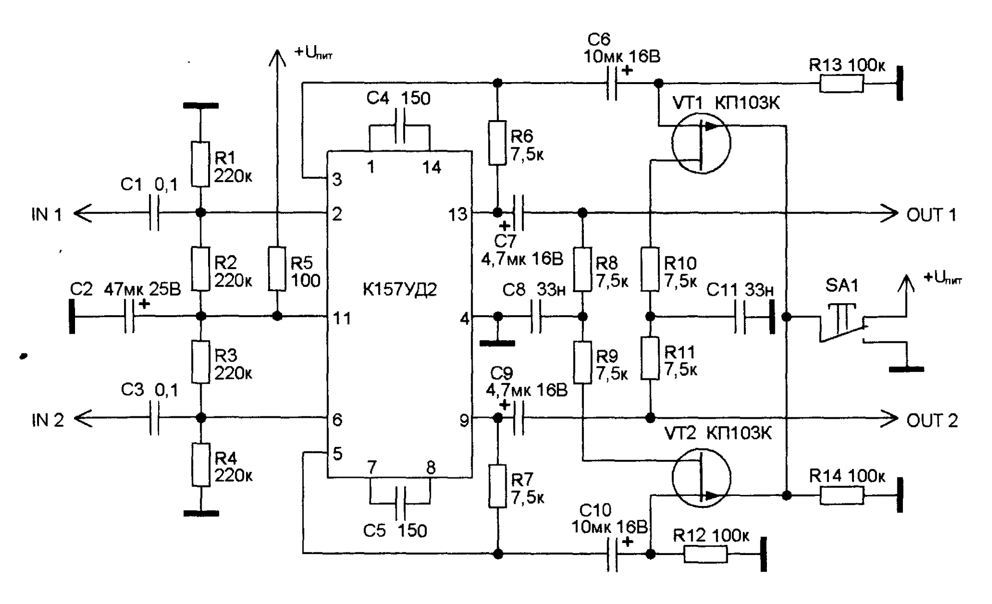


Рис. 2.47. Изображение печатной платы

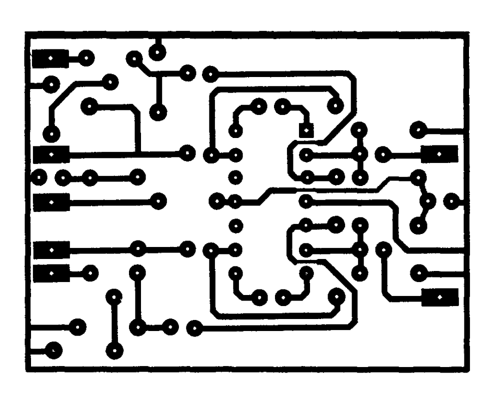
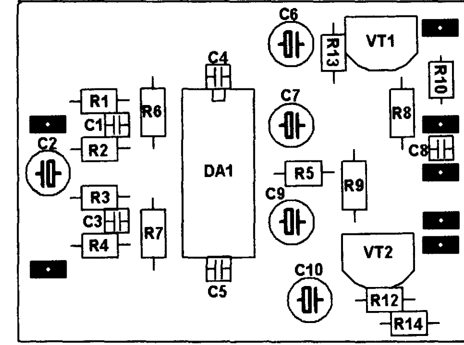


Рис. 2.48. Схема расположения элементов на плате



Глава 3

Усилители с электронной регулировкой громкости

Электронные регуляторы уровня громкости имеют ряд преимуществ перед обычными регуляторами. Они более компактны, удобны, легко размещаются в нужном месте. Данные регуляторы постепенно вытесняют обычные потенциометры из всех узлов звуковоспроизводящего тракта. Условно электронные регуляторы можно разделить на две большие группы: внешние, формирующие управляющее напряжение для регулировки усиления, и внутренние, непосредственно регулирующие уровень звукового сигнала.

3.1. Электронный регулятор уровня громкости

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.1. Один из вариантов внешнего электронного регулятора громкости представлен на рис. 3.2. Расположение элементов представлено на рис. 3.3.

Рис. 3.1. Изображение печатной платы

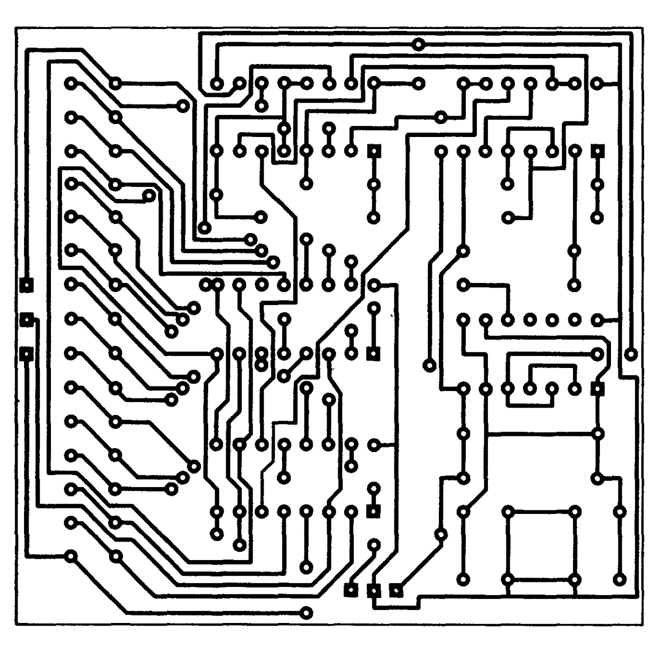


Рис. 3.2. Внешний электронный регулятор громкости

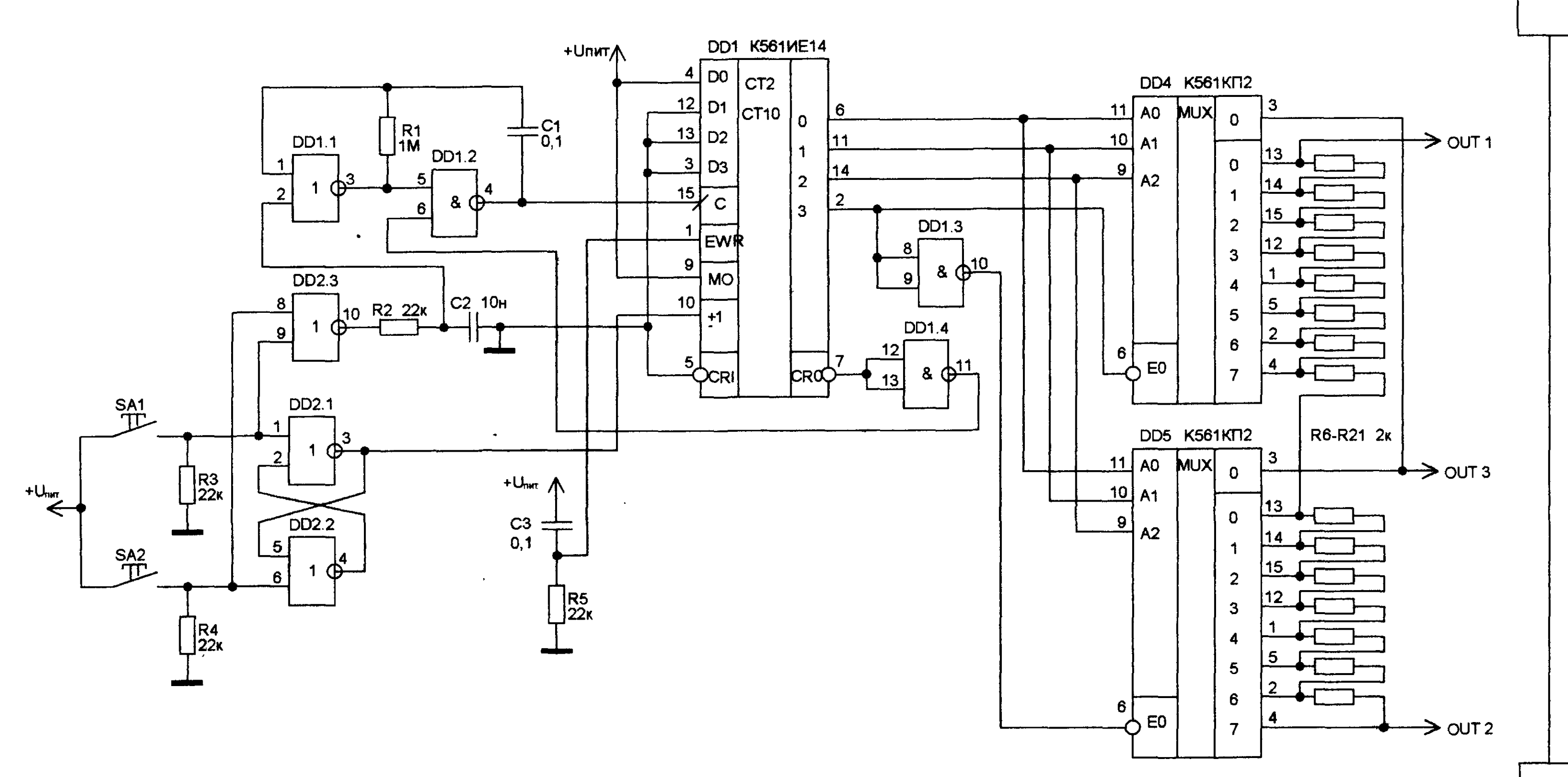
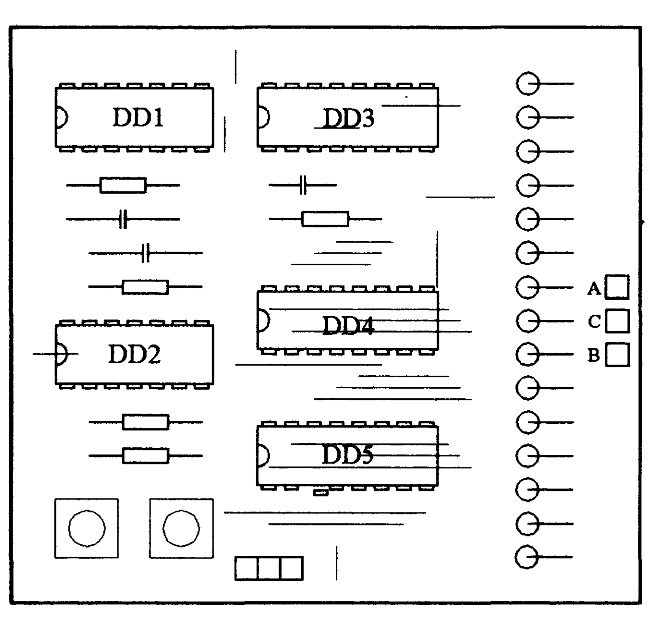


Рис. 3.3. Схема расположения элементов на плате



3.2. Микроконтроллерный регулятор уровня громкости

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.4. Принципиальная схема включения представлена на рис. 3.5. Расположение элементов изображено на рис. 3.6.

Рис. 3.4. Изображение печатной платы

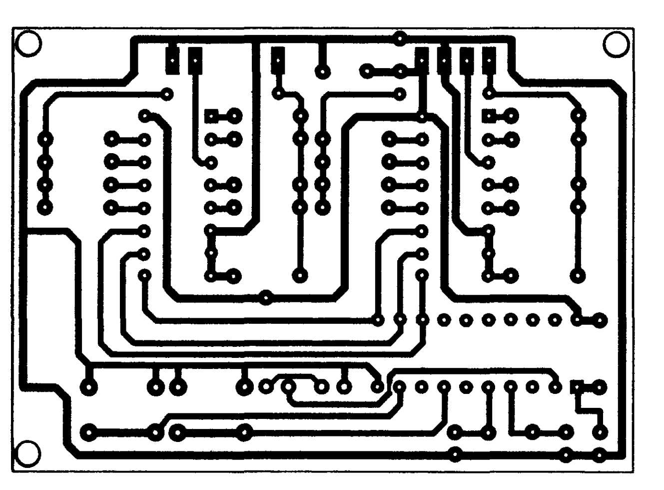


Рис. 3.5. Схема включения

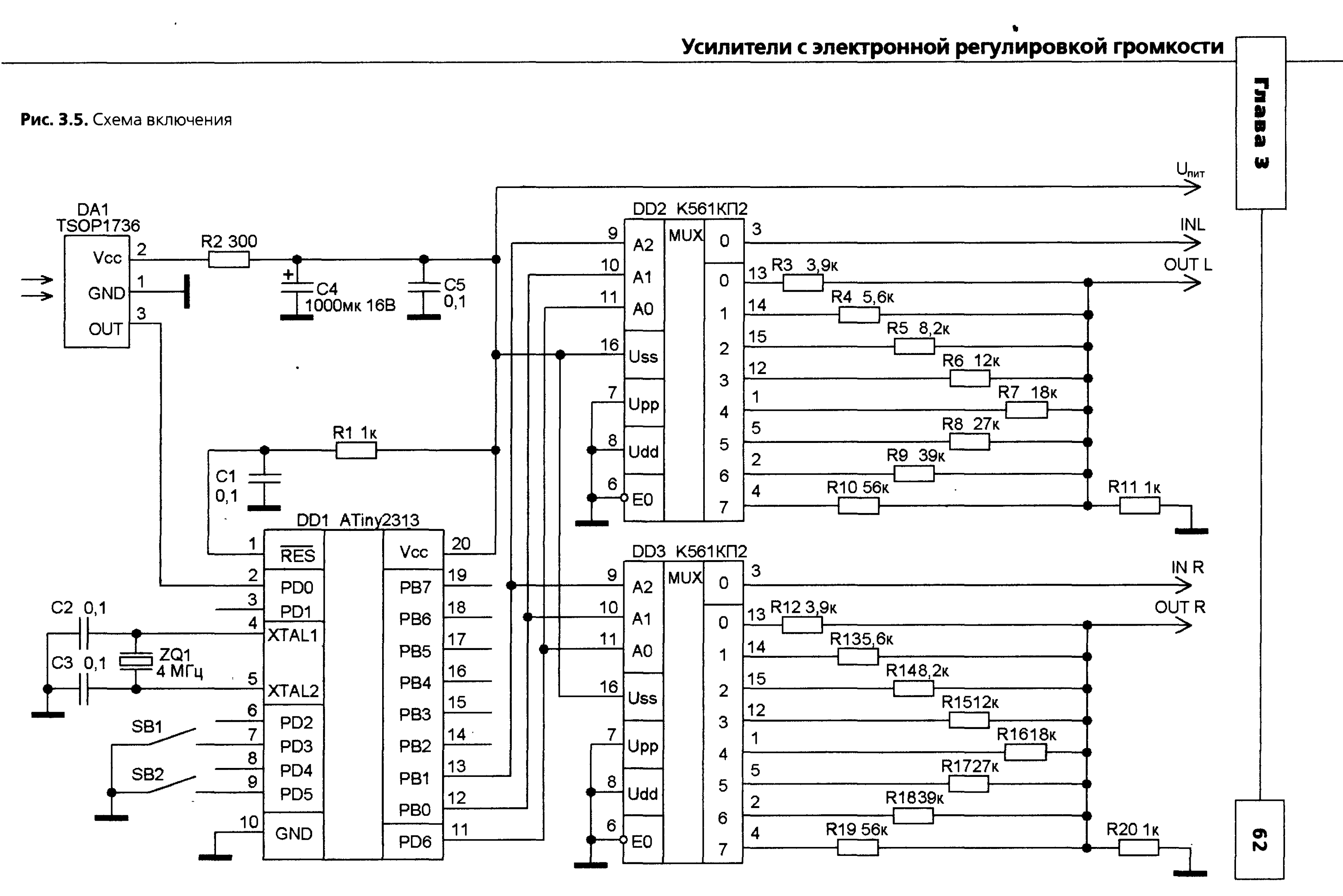
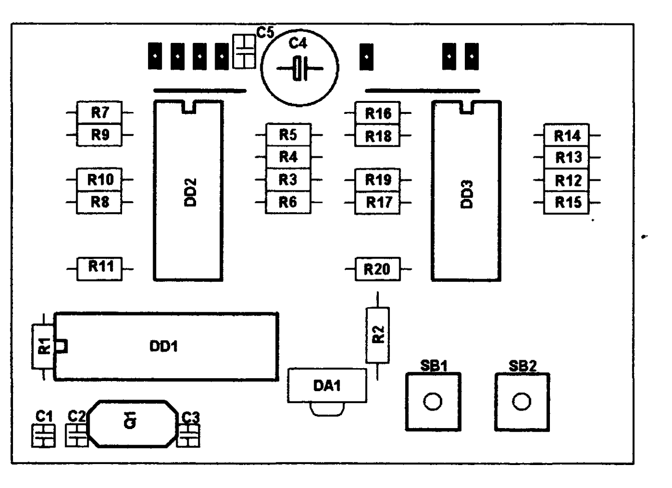


Рис. 3.6. Схема расположения элементов на плате



3.3. Микроконтроллерный регулятор уровня громкости со светодиодной индикацией

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.7. Еще один вариант внешнего микроконтроллерного регулятора громкости представлен на рис. 3.8. Расположение элементов изображено на рис.3.9.

Рис. 3.7. Изображение печатной платы

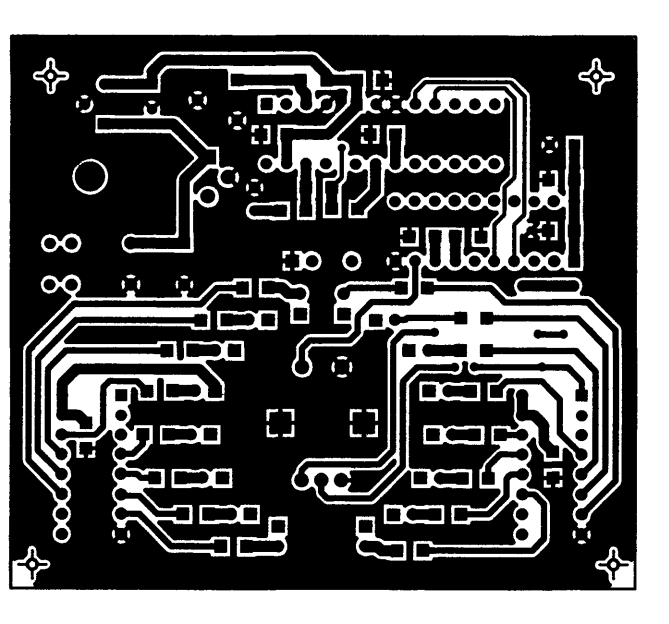


Рис. 3.8. Внешний микроконтроллерный регулятор громкости

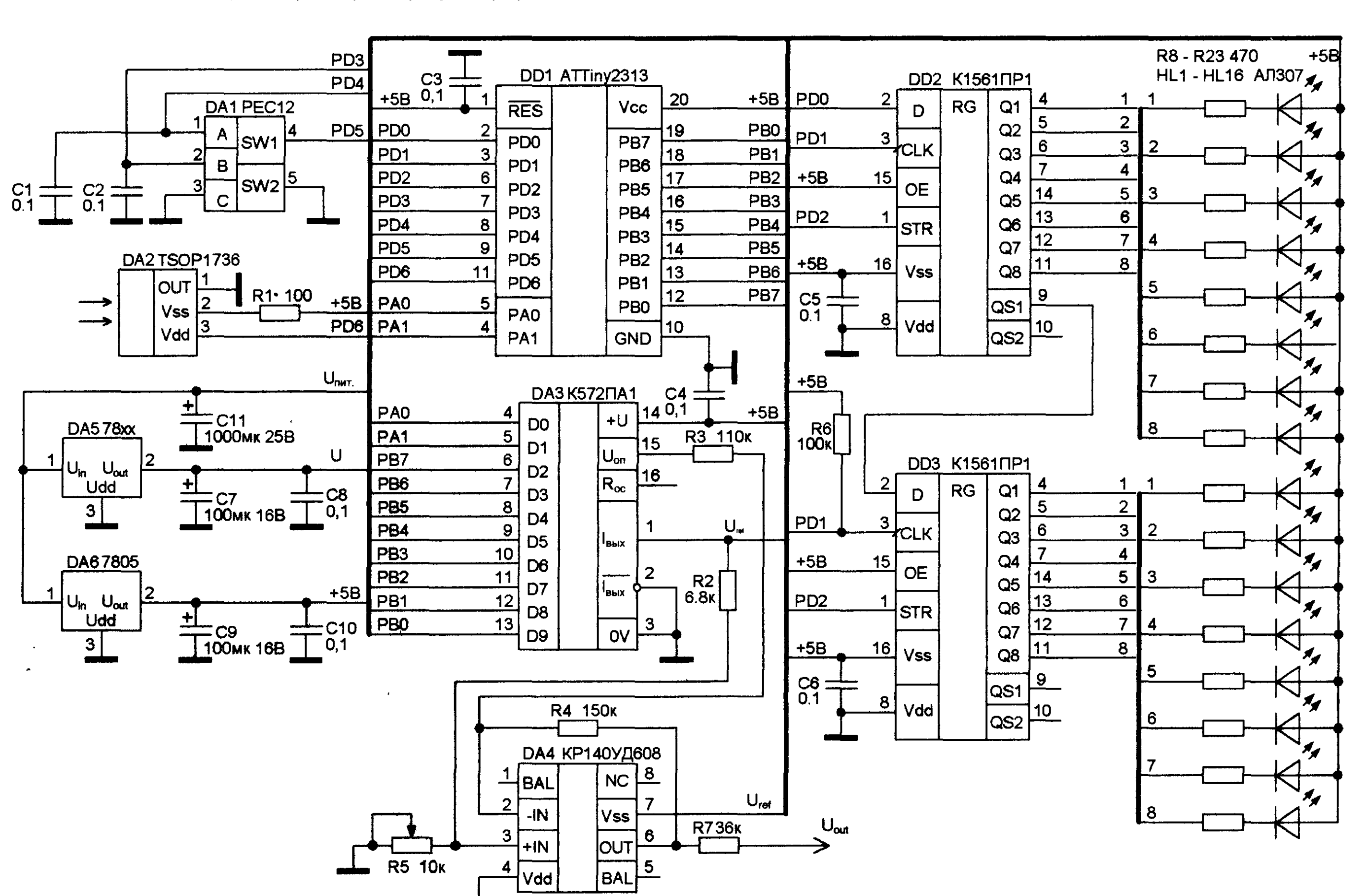
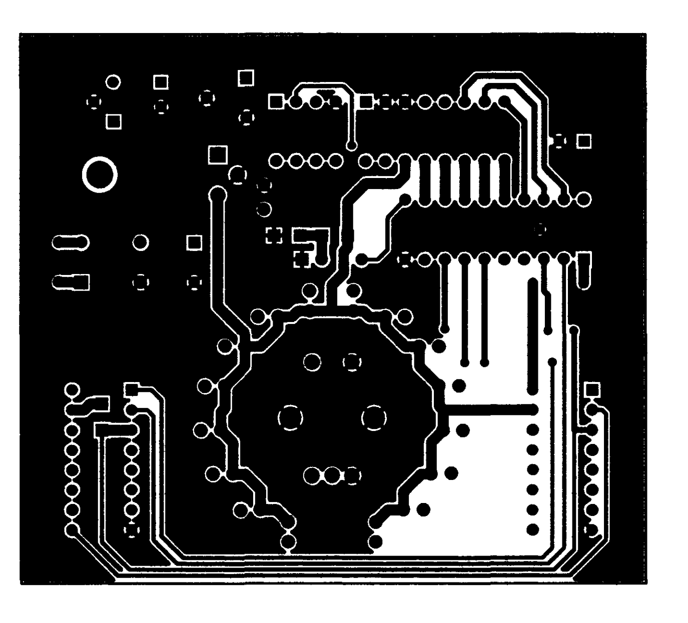


Рис. 3.9. Схема расположения элементов на плате



3.4. Двухканальный цифровой регулятор громкости на LC7530

Применяется в переносной и стационарной бытовой аппаратуре среднего и высокого класса.

Микросхема представляет собой двухканальный цифровой регулятор громкости с кнопочным управлением.

Типовая схема включения представлена на рис. 3.11.

Увеличение громкости происходит при нажатии на кнопку SB1, а уменьшение — при нажатии на кнопку SB2. Нажатие на кнопку SB3 приводит к отмене действия кнопок SB1 и SB2 и переводит работу микросхемы в режим ожидания с минимальным потреблением.

Уровень громкости отображается линейкой из 8 светодиодов, подключенных к выводам 1–8.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 3.1, а основные характеристики — в табл. 3.2.

Особенности:

- выполнен в корпусе DIP16.

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.10. Принципиальная схема включения представлена на рис. 3.11. Расположение элементов изображено на рис. 3.12.

Таблица 3.1. Предельные значения параметров микросхемы LC7530 при температуре 25°C

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит\ макс}$	16	В
Рассеиваемая мощность	$P_{расс.\ макс.}$	150	мВт
Рабочая температура	$T_{раб}$	−30 ... +75	°C
Температура хранения	$T_{хран.}$	−40 ... +125	°C

Таблица 3.2. Основные технические характеристики микросхемы LC7530

Параметр	Обозначение	Значение	Единица измерения	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит.}$	12	В	
Ток потребления	$I_{потр.}$	1	мА	В режиме ожидания
Входное сопротивление	$R_{вх}$	50	кОм	
Полоса частот	–	20–20 000	Гц	
Максимальное напряжение на выходе	$U_{вых.\ макс}$	1,5	В	
Коэффициент гармоник	$K_{г}$	0,05	%	$U_{вых}$ = 1 В, F = 1 кГц
Коэффициент шумов на выходе	$K_{шума}$	50	дБ	
Минимальное сопротивление нагрузки	$R_{нагр\ мин}$	10	кОм	

Рис. 3.10. Изображение печатной платы

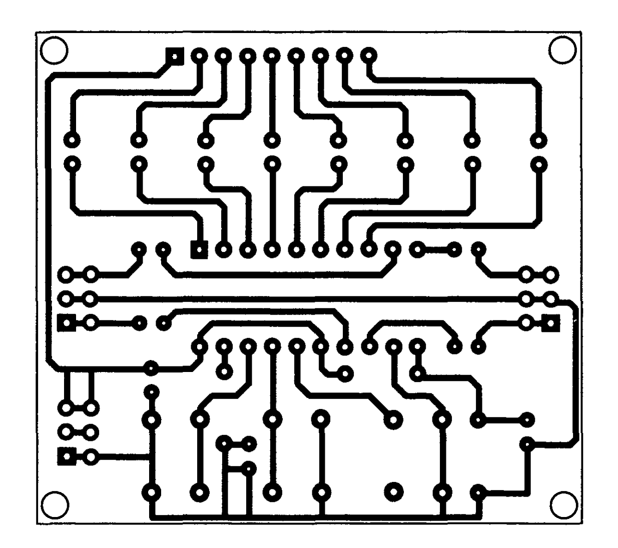


Рис. 3.11. Принципиальная схема включения

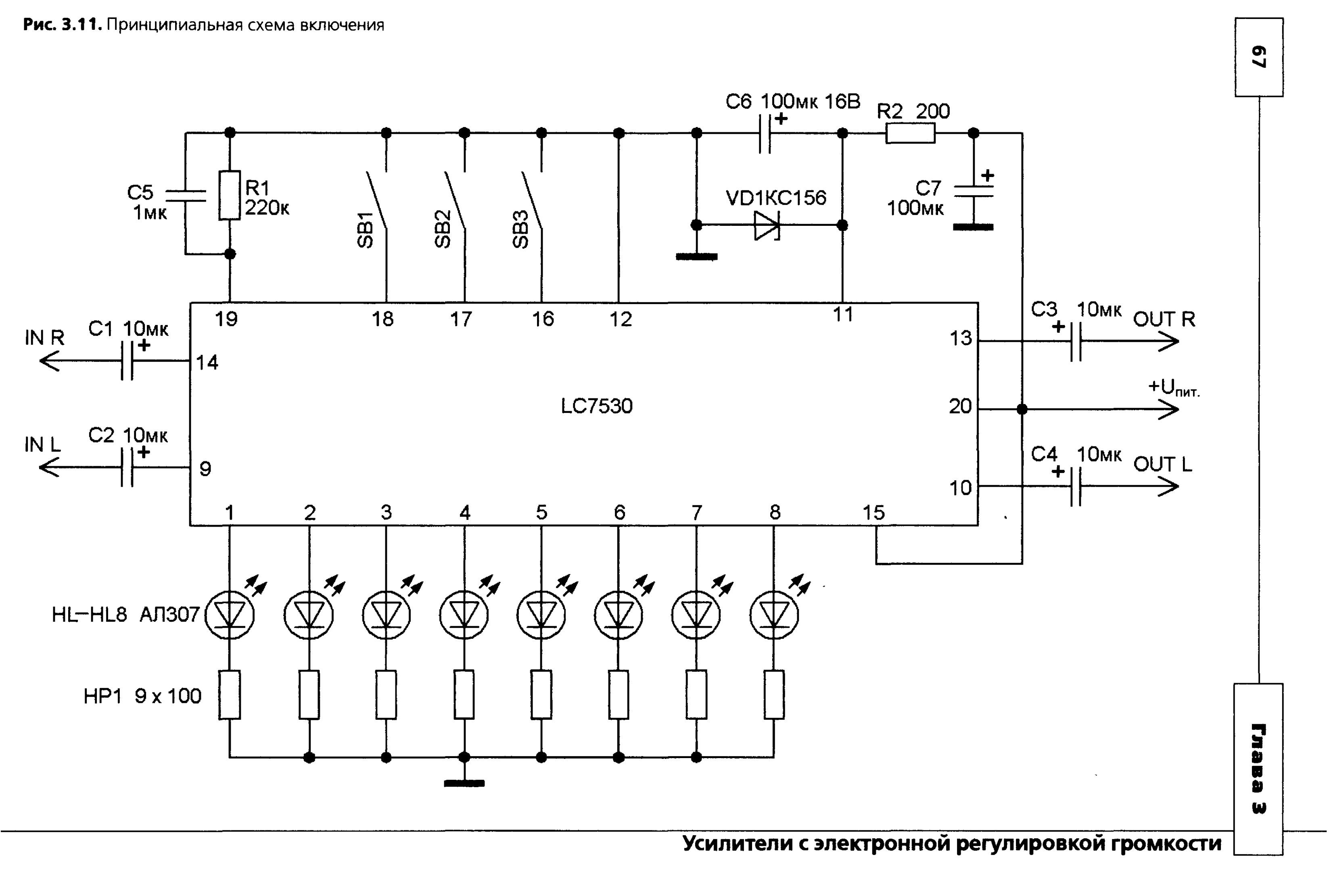
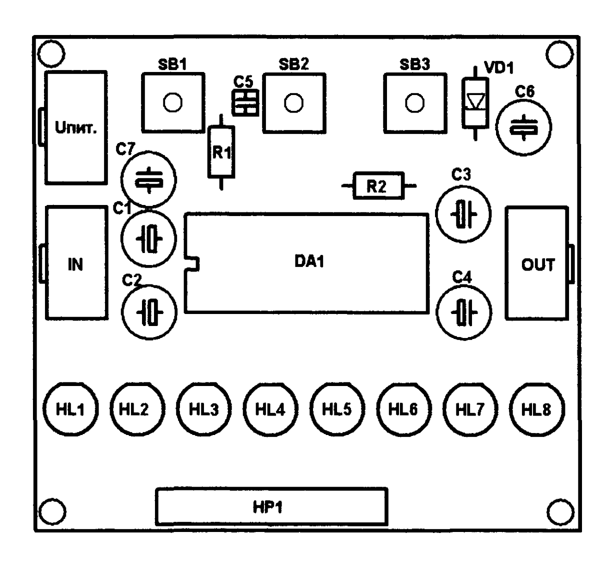


Рис. 3.12. Схема расположения элементов на плате



3.5. Двухканальный цифровой регулятор громкости на КА2250

Аналог – TC9153 (Toshiba).

Двухканальный цифровой регулятор громкости содержит два стереорегулятора с различным шагом регулировки (2 дБ и 10 дБ). Обычно используется один из регуляторов, а входы и выходы второго соединяют через разделительный конденсатор. Регулировка усиления осуществляется с помощью двух кнопок (+ и –). Каждое нажатие на любую из них изменяет усиление на один шаг.

Назначение выводов приведено в табл. 3.3.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.4.

Стандартная схема включения представлена на рис. 3.13.

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.14.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.15.

Таблица 3.3. Назначение выводов микросхемы КА2250

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Выход усилителей-ключей 1
3	Вход усилителей-ключей 1
4	Общий
5	Вход усилителей-ключей 2

Окончание табл. 3.3

Номер вывода	Назначение
6	Выход усилителей-ключей 2
7	Вход устройства автоинициации
8	Выход генератора с цифровым управлением
9	Вход генератора
10	Вход регистра сдвига
11	Выход усилителей-ключей 3
12	Вход усилителей-ключей 3
13	Общий
14	Вход усилителей-ключей 4
15	Выход усилителей-ключей 4
16	Напряжение питания

Таблица 3.4. Основные технические характеристики микросхемы КА2250

Параметр	Значение
$U_{пит}$	4–12 В
$U_{вых\ макс}$	3 В
$I_{покоя}$	1 мА
$R_{вх}$	50 кОм
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,005%

Рис. 3.13. Стандартная схема включения

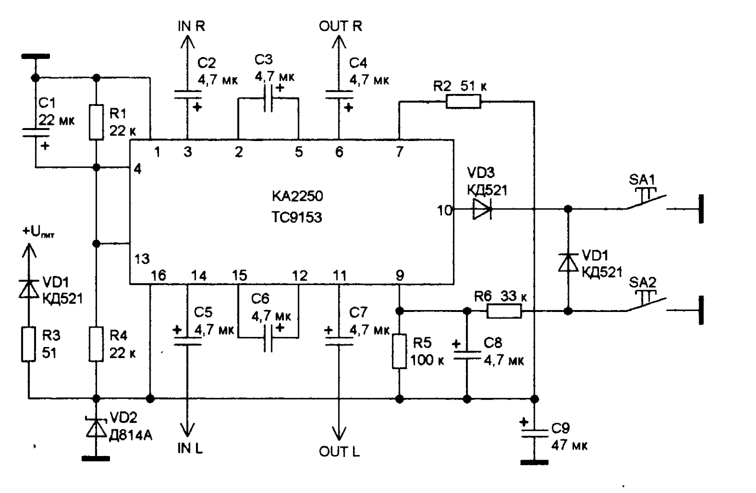


Рис. 3.14. Изображение печатной платы

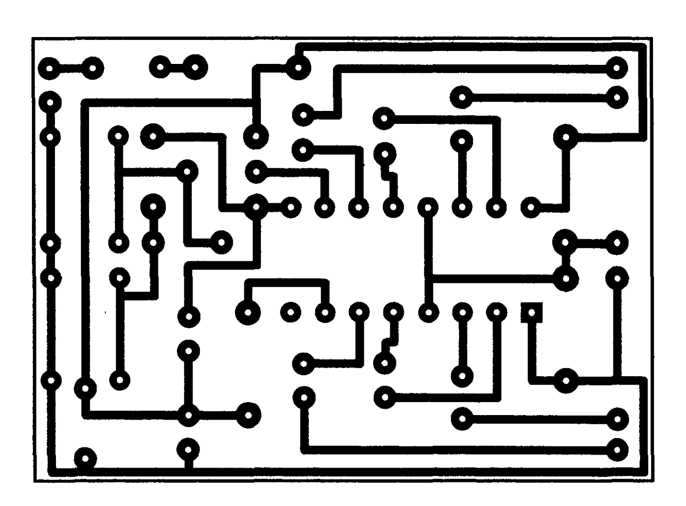
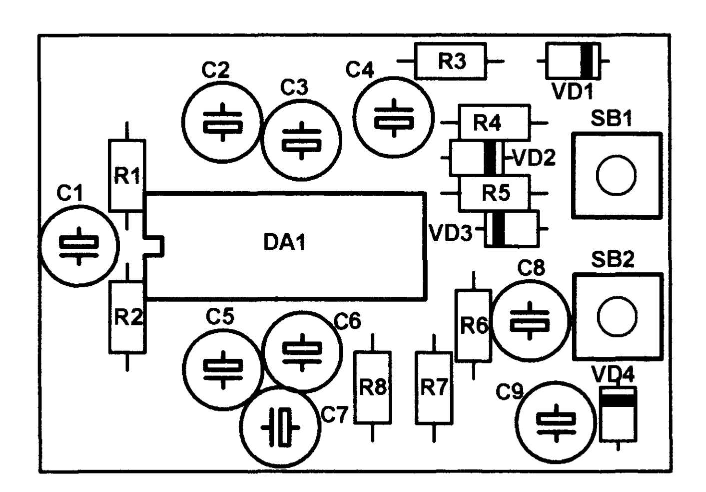


Рис. 3.15. Схема расположения элементов на плате



3.6. Четырехканальный цифровой регулятор громкости на KA2250

Аналог – TC9153 (Toshiba).

Поскольку регулятор громкости KA2250 (TC9153) содержит два стереорегулятора с различным шагом регулировки (2 дБ и 10 дБ), то можно попытаться использовать ее в четырехканальном включении. Дополнив стандартную схему простым генератором (с частотой примерно 100 Гц) и подключив все каналы, получаем четырехканальный регулятор громкости. Из-за особенностей восприятия звука человеческим ухом разница в обоих каналах малозаметна и ощутима только на

самых верхних пределах регулировки. Регулировка усиления осуществляется с помощью двух кнопок (+ и –), причем регулировка громкости продолжается до тех пор, пока нажата одна из кнопок.

Схема включения приведена на рис. 3.16.

Изображение печатной платы представлено на рис. 3.17.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.18.

Рис. 3.16. Схема включения

Рис. 3.17. Изображение печатной платы

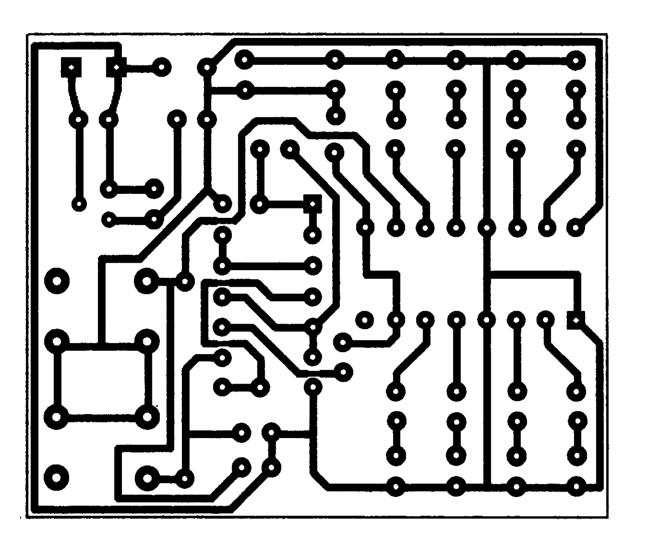
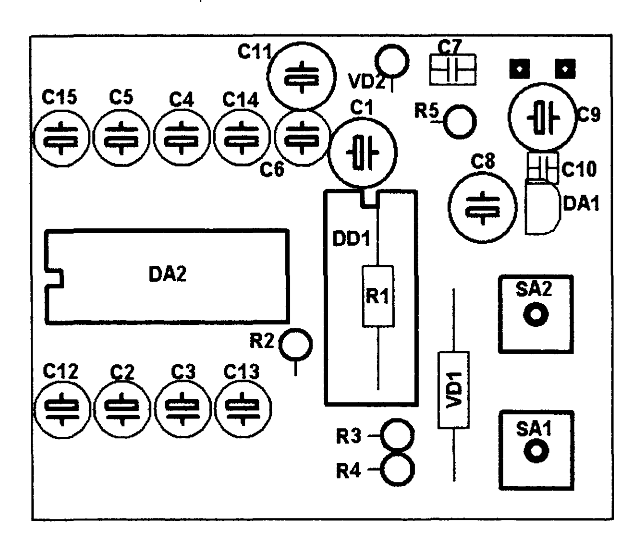


Рис. 3.18. Схема расположения элементов на плате



3.7. Усилитель с электронной регулировкой громкости на TDA1013B

Миниатюрный мостовой усилитель с электронным регулятором громкости. В данном усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение при перегреве в результате больших нагрузок), а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Его можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Назначение выводов приведено в табл. 3.5.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.6.

Схема включения приведена на рис. 3.19.

Изображение печатной платы представлено на рис. 3.20.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.21.

Таблица 3.5. Назначение выводов микросхемы TDA1013B

Номер вывода	Назначение
1	Общий питание
2	Выход
3	Напряжение питания
4	Выход фильтра питания
5	Вход усилителя 2

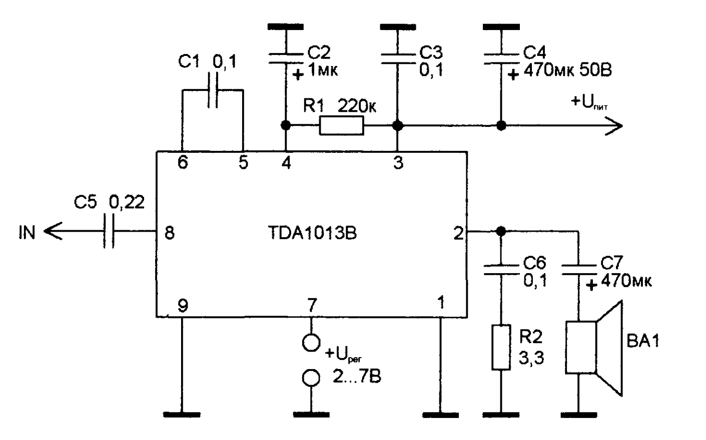
Окончание табл. 3.5

Номер вывода	Назначение
6	Выход усилителя 1
7	Регулировка усиления
8	Вход
9	Общий сигнальный

Таблица 3.6. Основные технические характеристики микросхемы TDA1013B

Параметр	Значение
$U_{пит}$	10–40 В
$U_{вых\ макс}$	1,5 А
$I_{покоя}$	25 мА
$P_{вых}$	4 Вт
$R_{вх}$	29 кОм
Коэффициент усиления	90 дБ
Полоса частот	30–40 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,15%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 3.19. Схема включения



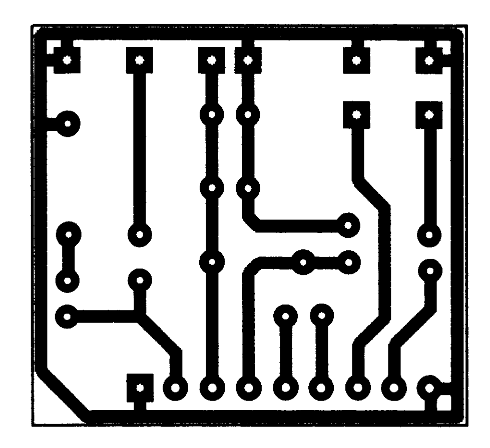


Рис. 3.20. Изображение печатной платы

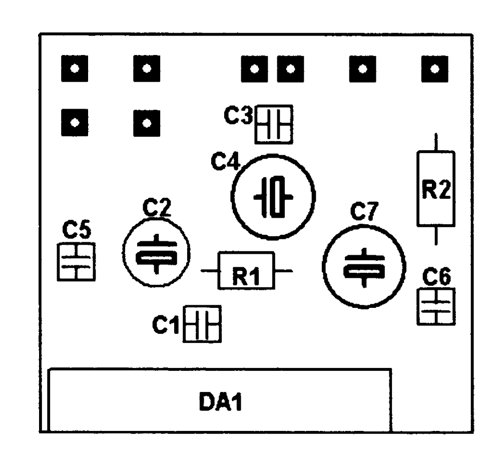


Рис. 3.21. Схема расположения элементов на плате

3.8. Усилитель с электронной регулировкой громкости на TDA7056B

Миниатюрный мостовой усилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости. В данном усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение при перегреве в результате больших нагрузок), а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Его можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Назначение выводов приведено в табл. 3.7.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.8.

Схема включения приведена на рис. 3.22.

Изображение печатной платы представлено на рис. 3.23.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.24.

Таблица 3.7. Назначение выводов микросхемы TDA7056B

Номер вывода	Назначение
1	Не используется
2	Напряжение питания
3	Вход
4	Общий (входного каскада)
5	Управляющий вход входного регулятора громкости 0–1,4 В
6	Выход неинвертирующего каскада

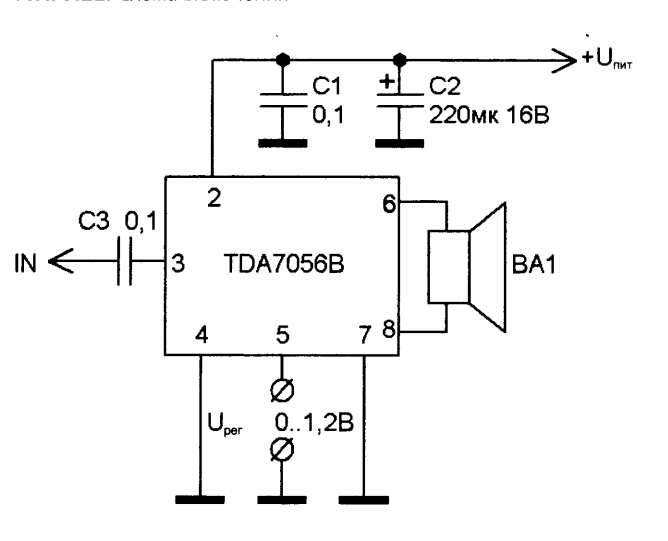
Окончание табл. 3.7

Номер вывода	Назначение
7	Общий (входного каскада)
8	Выход инвертирующего каскада
9	Не используется

Таблица 3.8. Основные технические характеристики микросхемы TDA7056B

Параметр	Значение
$U_{пит}$	4,5–18 В
$I_{покоя}$	13 мА
$P_{вых}$	3,5 (16 Ом)–5,5(8 Ом) Вт
$R_{вх}$	20 кОм
Коэффициент усиления	40 дБ
Полоса частот	20–30 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,3%
$R_{нагр}$	8–16 Ом

Рис. 3.22. Схема включения



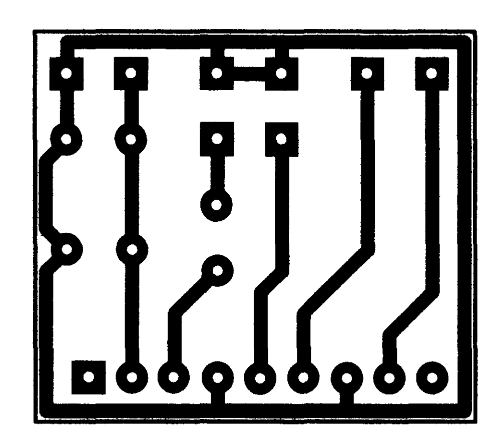


Рис. 3.23. Изображение печатной платы

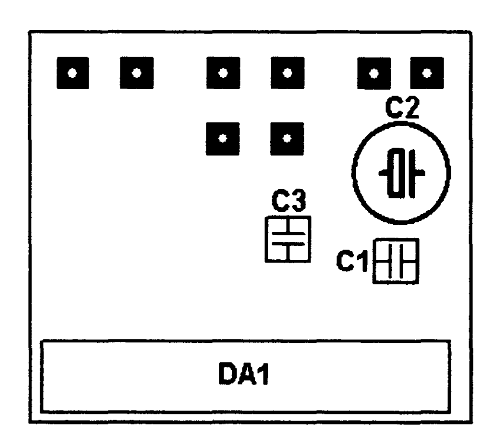


Рис. 3.24. Схема расположения элементов на плате

3.9. Усилитель с электронной регулировкой громкости на TDA8196B

Миниатюрный мостовой усилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости.

Интегральная схема выполнена в корпусе DIP8. Применяется в аппаратуре высокого класса, телевизионной аппаратуре (приемниках с интерфейсом SCART).

Особенности:

- коммутируемые каналы совместимы с европейским стандартом SCART;
- электронная регулировка громкости.

В данном усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение при перегреве в результате больших нагрузок), а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Его можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 3.9.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.10.

Схема включения приведена на рис. 3.25.

Изображение печатной платы представлено на рис. 3.26.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.27.

Таблица 3.9. Предельные значения параметров микросхемы TDA8196B

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	16	В
Рабочая температура	$T_{раб}$	−55...+125	°C
Температура хранения	$T_{хран}$	0...+70	°C

Таблица 3.10. Основные технические характеристики микросхемы TDA8196B ($U_{пит}$ = 12 В, T = 25 °C)

Параметр	Обозн.	№ вывода	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	1	10,8	12	13,2	В
Ток потребления	$I_{потр}$	1	–	12	–	мА
Опорное напряжение	$U_{опорн}$	5	–	6,6	–	В
Напряжение коммутации (аудиовход 1)	$U_{перекл}$	3	0	–	5	В
Напряжение коммутации (аудиовход 2)	$U_{перекл}$	3	8	–	12	В
Входное сопротивление коммутации	$R_{перекл}$	3	20	30	–	кОм
Входная емкость коммутации	$C_{вх.перекл}$	3	–	–	10	пФ
Разделение каналов	–	–	70	90	–	дБ
Входное сопротивление (аудиовход 1, 2)	–	4,2	10	13	–	кОм
Коэффициент усиления выход/вход	–	–	–	0	–	дБ
Выходное сопротивление (аудиовыход)	$R_{вых}$	8	–	0,2	1	кОм
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	–	0,4	1	%
Напряжение шума на выходе	–	8	–	40	–	мкВ

Рис. 3.25. Схема включения

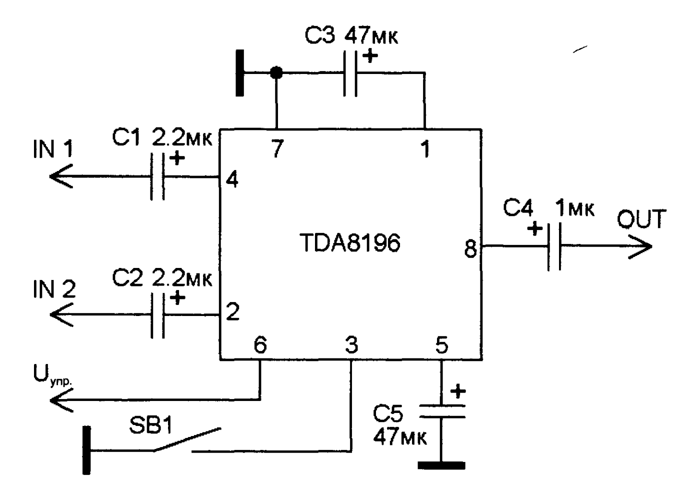


Рис. 3.26. Изображение печатной платы

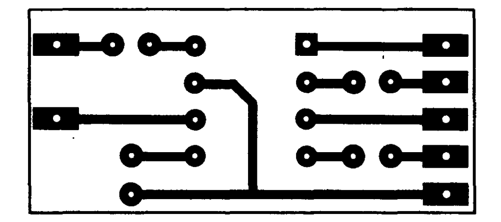


Рис. 3.27. Схема расположения элементов на плате



3.10. Электронный регулятор громкости на LA1362

Особенности:

- высокая стабильность работы благодаря встроенному стабилитрону;
- низкий уровень рассеивания;
- компактный SIP9 корпус.

В данном усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение при перегреве в результате больших нагрузок), а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Его можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.11.

Схема включения приведена на рис. 3.28.

Изображение печатной платы представлено на рис. 3.29.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.30.

Таблица 3.11. Основные технические характеристики микросхемы LA1362

Параметр	Обозначение	Значение	Единица измерения	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	12	В	
Ток потребления	$I_{потр}$	40	мА	В режиме ожидания
Входное сопротивление	$R_{вх}$	74	кОм	
Полоса частот	–	20–20 000	Гц	
Максимальное напряжение на выходе	$U_{вых\ макс}$	1,5	В	
Коэффициент гармоник	$K_г$	0,5	%	$U_{вых}$ = 1 В, F = 1 кГц
Коэффициент шумов на выходе	$K_ш$	50	дБ	
Минимальное сопротивление нагрузки	$R_{нагр\ мин}$	10	кОм	

Рис. 3.28. Схема включения

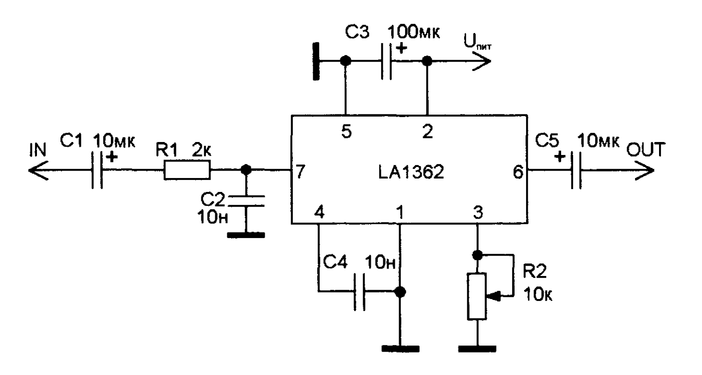


Рис. 3.29. Изображение печатной платы

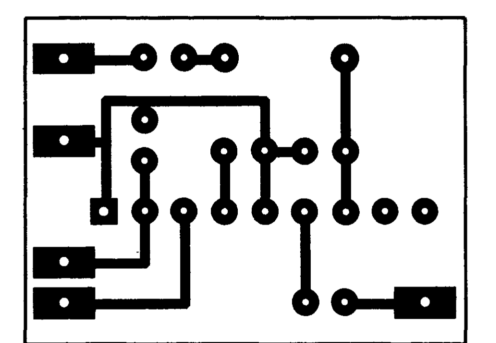
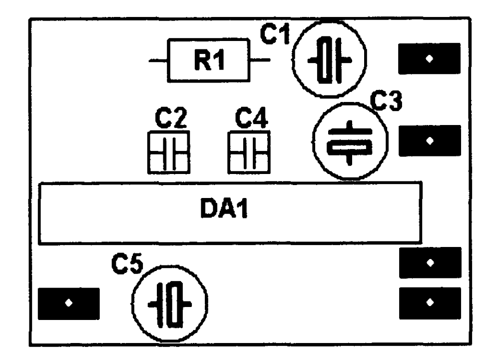


Рис. 3.30. Схема расположения элементов на плате



3.11. Стереоусилитель с электронной регулировкой громкости на TDA7057AQ

Двухканальный мостовой усилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Данный усилитель можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Назначение выводов приведено в табл. 3.12.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.13.

Схема включения представлена на рис. 3.31.

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.32.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.33.

Таблица 3.12. Назначение выводов микросхемы TDA7057AQ

Номер вывода	Назначение
1	Регулировка громкости усилителя 1
2	Не используется
3	Инвертирующий вход усилителя 1
4	Напряжение питания
5	Инвертирующий вход усилителя 2
6	Общий сигнальный
7	Регулировка громкости усилителя 2
8	Неинвертирующий выход усилителя 2
9	Общий (выходного каскада) усилителя 2
10	Инвертирующий выход усилителя 2
11	Инвертирующий выход усилителя 1
12	Общий (выходного каскада) усилителя 1
13	Неинвертирующий выход усилителя 1

Таблица 3.13. Основные технические характеристики микросхемы TDA7057AQ

Параметр	Значение
$U_{пит.}$	4,5–8 В
$I_{вых\ макс.}$	1,5 А
$I_{покоя}$	22 мА
$P_{вых}$	2×(3,5–8) Вт

Окончание табл. 3.13

Параметр	Значение
$R_{вх.}$	20 кОм
Коэффициент усиления	40 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,3%
$R_{нагр}$	2×16 Ом

Рис. 3.31. Схема включения

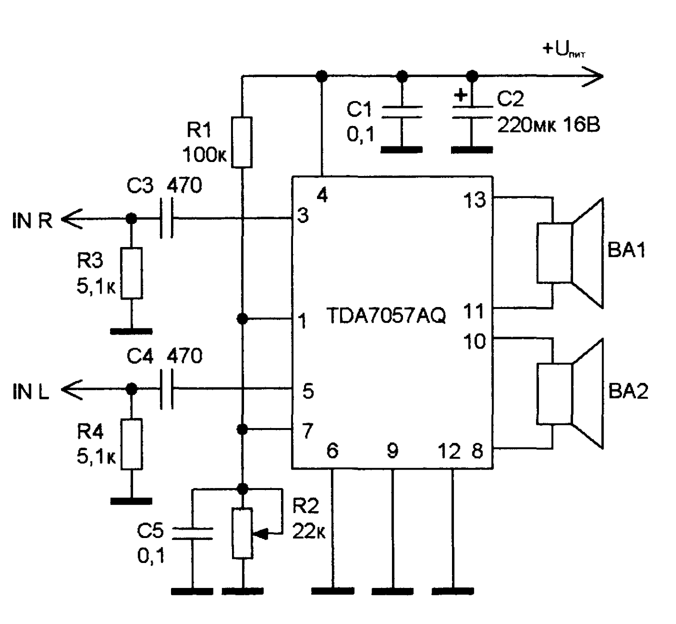


Рис. 3.32. Изображение печатной платы

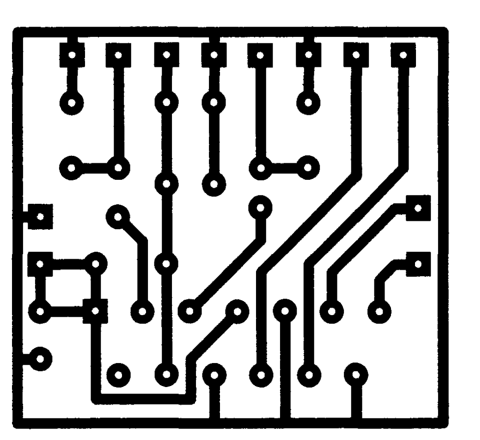
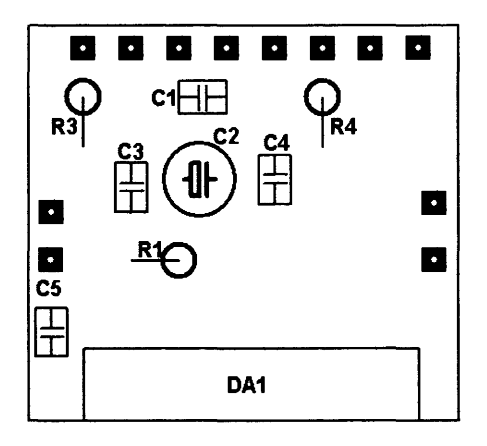


Рис. 3.33. Схема расположения элементов на плате



3.12. Стереоусилитель с электронной регулировкой громкости на LA2600

Двухканальный мостовой усилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Данный усилитель можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.14.

Схема включения представлена на рис. 3.34.

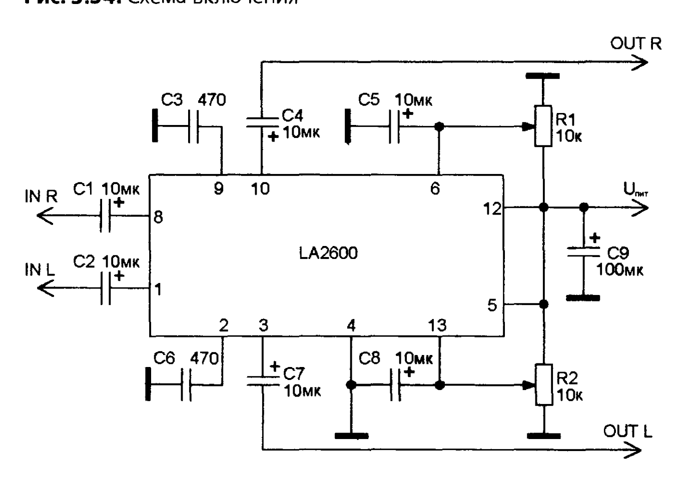
Изображение печатной платы на рис. 3.35.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.36.

Таблица 3.14. Основные технические характеристики микросхемы LA2600

Параметр	Обозначение	Мин.	Средн.	Макс.	Ед. измер.
Напряжение питания	$U_{пит}$	–	9	18	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр.}$	–	40	–	мА
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	75	–	кОм
Диапазон частот		20	–	20 000	Гц
Выходное напряжение	$U_{вых}$	–	–	1	В
Коэффициент гармоник	$K_{г}$	–	0,5	–	%
Коэффициент шумов на выходе	–	–	50	–	дБ

Рис. 3.34. Схема включения



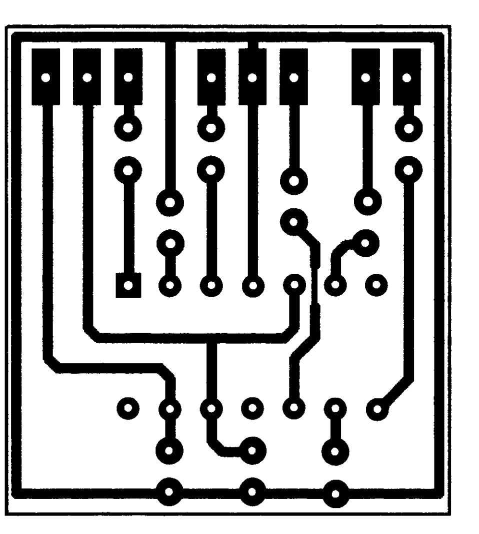


Рис. 3.35. Изображение печатной платы

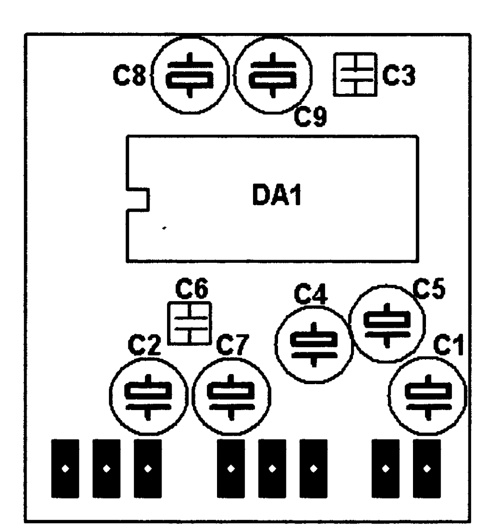


Рис. 3.36. Схема расположения элементов на плате

3.13. Стереоусилитель с электронной регулировкой громкости на TDA1074

Двухканальный мостовой усилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Данный усилитель можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.15.

Схема включения представлена на рис. 3.37.

Изображение печатной платы представлено на рис. 3.38.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.39.

Таблица 3.15. Основные технические характеристики микросхемы TDA1074

Параметр	Обозначение	Мин.	Средн.	Макс.	Ед. измер.
Напряжение питания	$U_{пит}$	–	98	18	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	35	–	мА
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	75	–	кОм
Диапазон частот	–	20	–	20 000	Гц
Выходное напряжение	$U_{вых}$	–	–	1	В
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,5	–	%
Напряжение шумов на выходе	–	–	100	–	мВ

Рис. 3.37. Схема включения

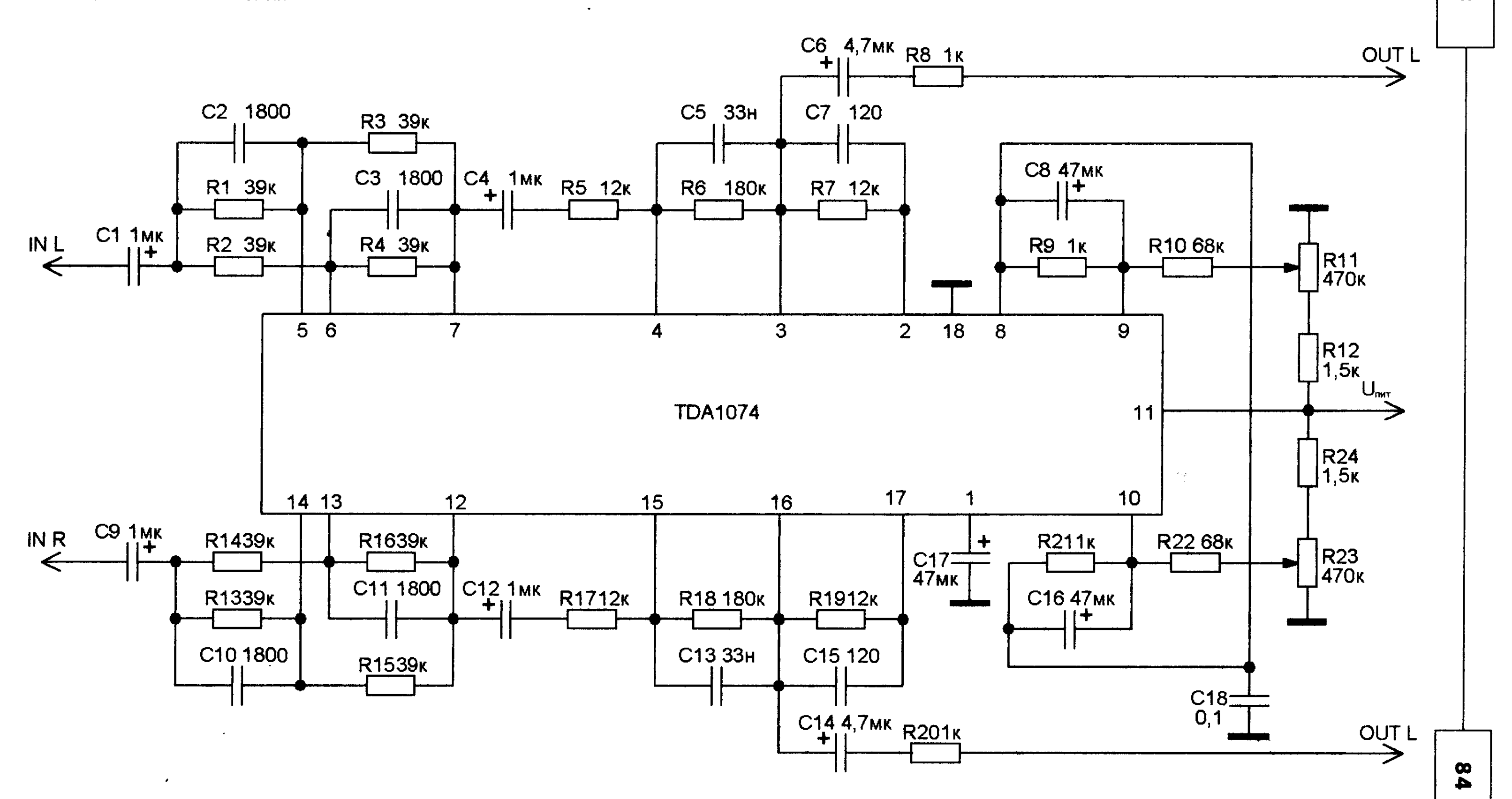


Рис. 3.38. Изображение печатной платы

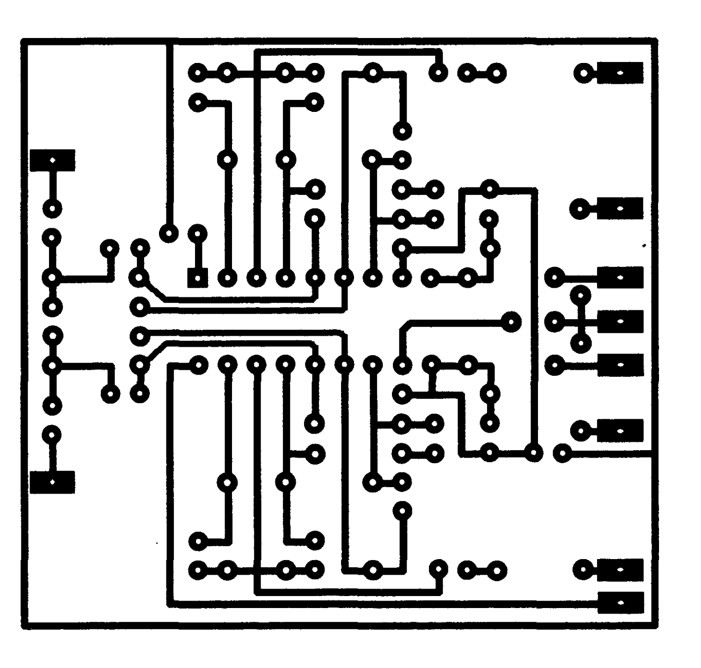
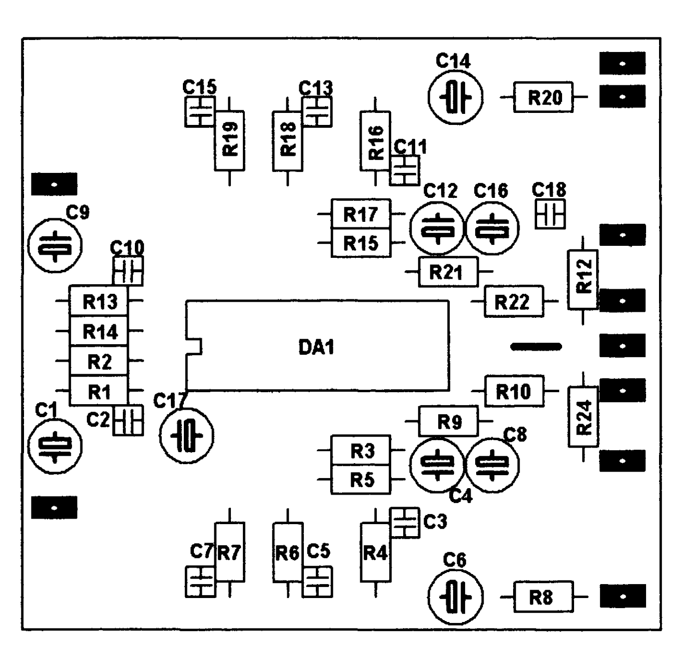


Рис. 3.39. Схема расположения элементов на плате



3.14. Стереоусилитель с электронной регулировкой громкости на TDA8198

Интегральная схема выполнена в корпусе DIP14. Применяется в аппаратуре высокого класса, телевизионной аппаратуре (приемниках с интерфейсом SCART).

Особенности:

- коммутация между двумя стереовходами;
- совместим с европейским стандартом SCART;
- максимальное усиление 12 дБ;
- электронная регулировка громкости;
- диапазон динамического сигнала 90 дБ.

Двухканальный стереоусилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Данный усилитель можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 3.16.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.17.

Схема включения представлена на рис. 3.40.

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.41.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.42.

Таблица 3.16. Предельные значения параметров микросхемы TDA8198

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит.}$	16	В
Рабочая температура	$T_{раб}$	–55...+125	°C
Температура хранения	$T_{хран.}$	0...+70	°C

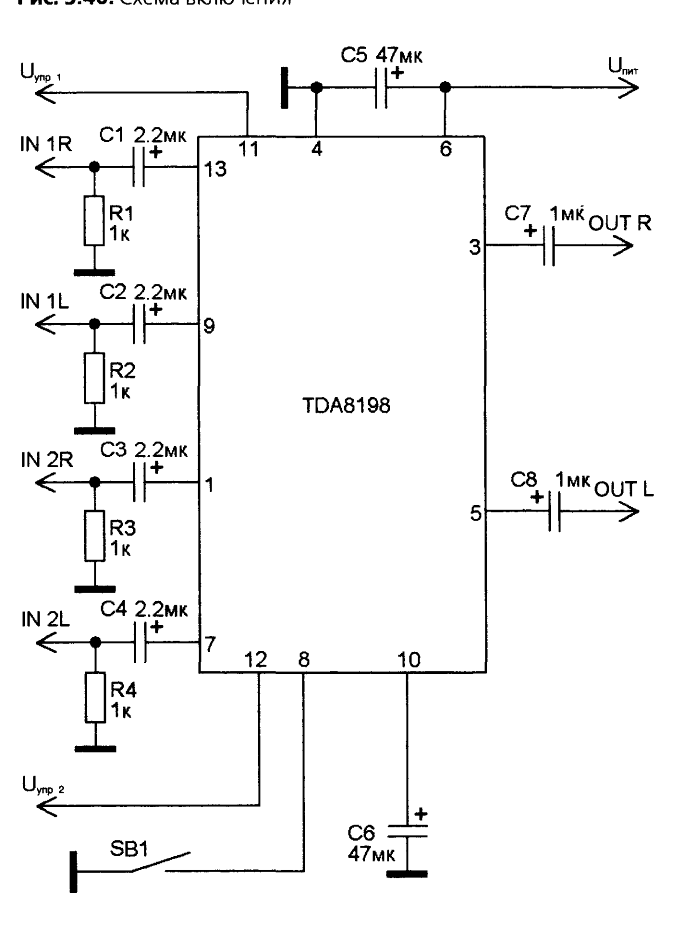
Таблица 3.17. Основные технические характеристики микросхемы TDA8198

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	10,8	12	13,2	В
Ток потребления	$I_{потр}$	–	24	32	мА
Опорное напряжение	$U_{опорн}$	–	6,9	–	В
Входное сопротивление коммутации	$R_{перекл}$	15	30	–	кОм
Коэффициент усиления выход/вход	–	–	12	–	дБ

Окончание табл. 3.17

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Входное сопротивление коммутации	$R_{вх\ комм}$	–	0,2	1	кОм
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,3	1	%
Разделение коммутируемых входов	–	–	80	–	дБ
Разделение каналов 1–2	–	–	70	–	дБ
Входное сопротивление аудио	$R_{вх}$	–	22	–	кОм
Выходное сопротивление аудио	$R_{вых}$	–	10	300	Ом
Напряжение шума на выходе	$U_{вых\ шум}$	–	300	–	мкВ

Рис. 3.40. Схема включения



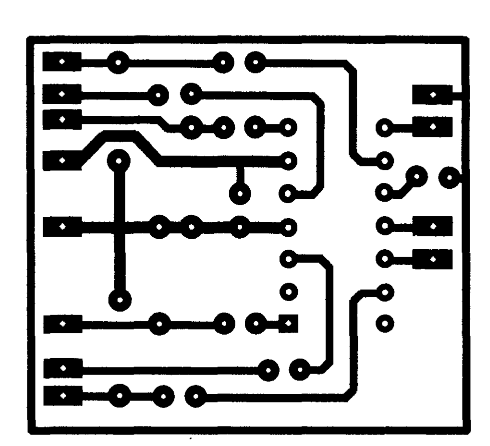


Рис. 3.41. Изображение печатной платы

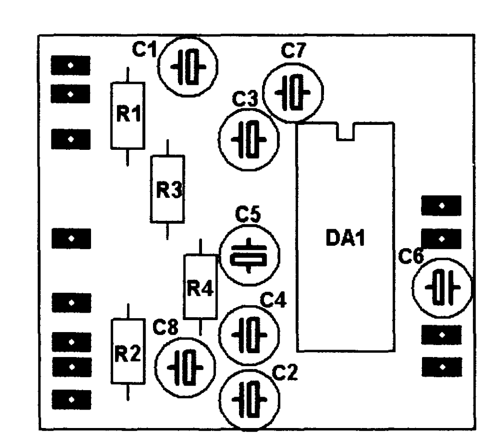


Рис. 3.42. Схема расположения элементов на плате

3.15. Стереоусилитель с электронной регулировкой громкости на TDA8199

Интегральная схема выполнена в корпусе DIP8. Применяется в телевизионной аппаратуре (приемниках с интерфейсом SCART).

Особенности:

- максимальное усиление 12 дБ;
- электронная регулировка громкости.

Двухканальный усилитель мощности низкой частоты с электронным регулятором громкости. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, а также защита от бросков напряжения и статических электрических разрядов. Данный усилитель можно применять как с электронными регуляторами громкости, описанными выше, так и с обычными потенциометрами.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 3.18.

Основные технические характеристики представлены в табл. 3.19.

Схема включения представлена на рис. 3.43.

Изображение печатной платы приведено на рис. 3.44.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 3.45.

Таблица 3.18. Предельные значения параметров микросхемы TDA8199

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	16	В
Рабочая температура	$T_{раб}$	–55...+125	°С
Температура хранения	$T_{хран}$	0...+70	°С

Таблица 3.19. Основные технические характеристики микросхемы TDA8199 ($U_{пит}$ = 12 В, T = 25°C)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	10,8	12	13,2	В
Ток потребления	$I_{потр}$	–	21	28	мА
Коэффициент усиления выход/вход	–	–	12	–	дБ
Входное сопротивление аудио	$R_{вх}$	–	22	1	кОм
Коэффициент гармоник	$K_{г}$	–	0,35	1	%
Выходное сопротивление аудио	$R_{вых}$	–	0,3	1	кОм
Напряжение шума на выходе	$U_{вых\ шум}$	–	300	–	мкВ

Рис. 3.43. Схема включения

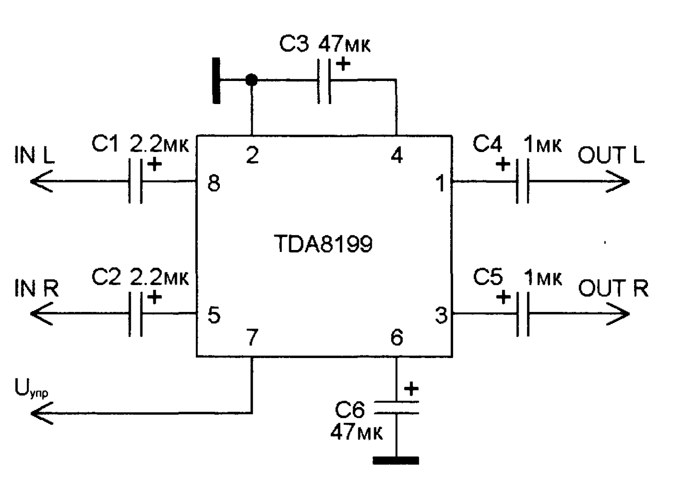
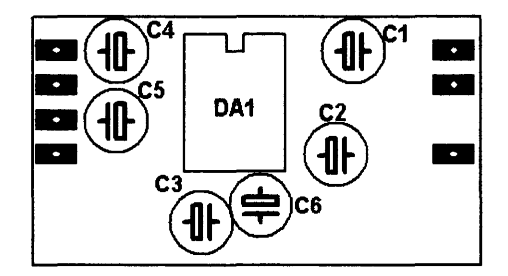


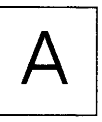
Рис. 3.44. Изображение печатной платы

Рис. 3.45. Схема расположения элементов на плате



Глава 4

Активные фильтры для сабвуферов


Активные фильтры предназначены для выделения низкочастотного сигнала, который будет подаваться на вход сабвуфера.

4.1. Активный фильтр сабвуфера на NE5532

Аналоги: KA5532 (Samsung), TC5532(Toshiba).

Назначение выводов приведено в табл. 4.1.

Основные технические характеристики представлены в табл. 4.2.

Схема включения представлена на рис. 4.1.

Изображение печатной платы приведено на рис. 4.2.

Схема расположения элементов на плате показана на рис. 4.3.

Таблица 4.1. Назначение выводов микросхемы NE5532

Параметр	Значение
$U_{пит\ 1}$	+3...+22 В
$U_{пит\ 2}$	−3...−22 В
$U_{вых}$	±16 В
$I_{вых}$	38 мА
$R_{вх}$	300 кОм
$R_{вых}$	0,3 Ом

Таблица 4.2. Основные технические характеристики микросхемы NE5532

Параметр	Значение
$U_{пит\ 1}$	+3...+15 В
$U_{пит.\ 2}$	−3...−15 В
$U_{вых}$	$U_{пит}$ −1,5 В
$I_{вых}$	20 мА

Рис. 4.1. Схема включения

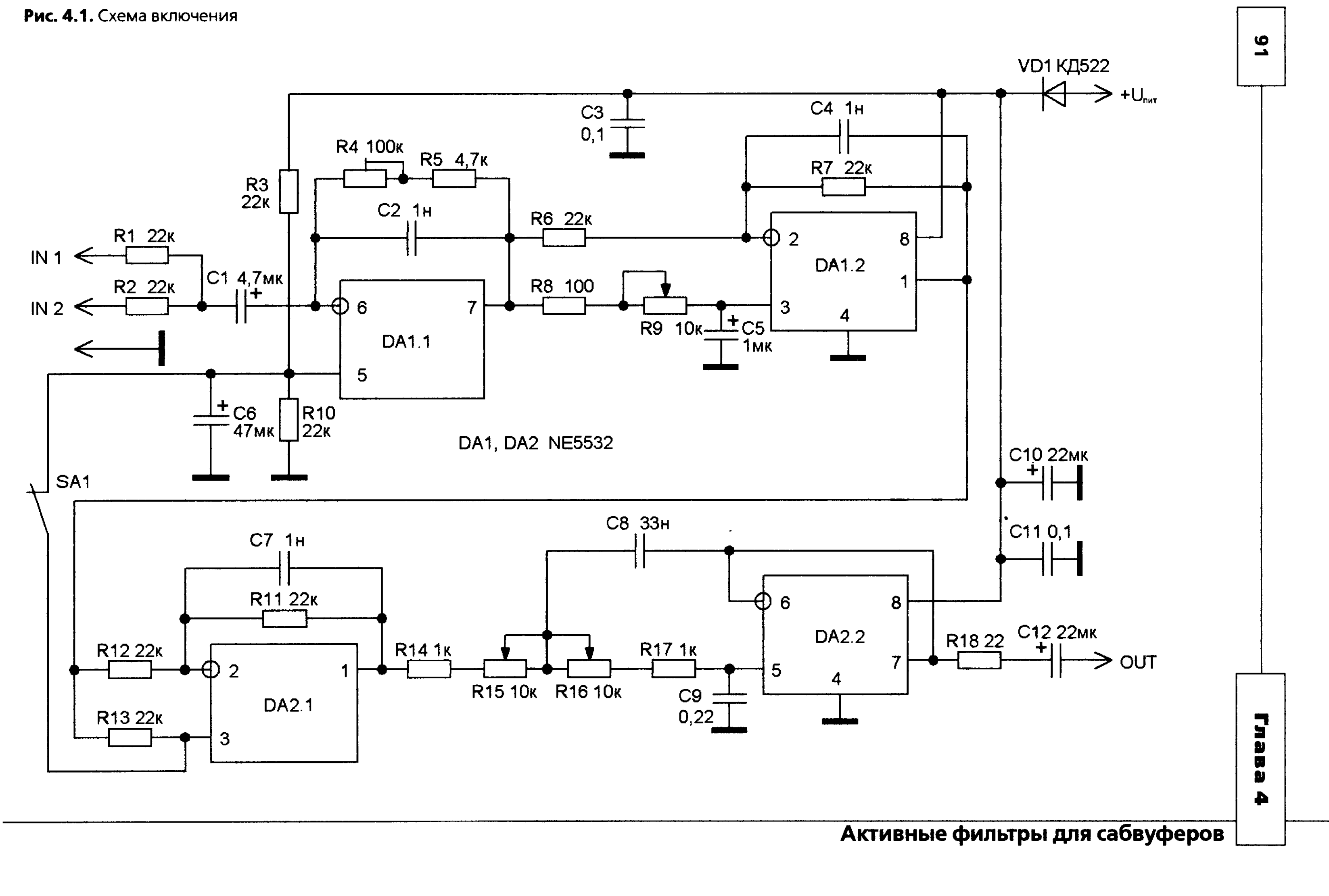


Рис. 4.2. Изображение печатной платы

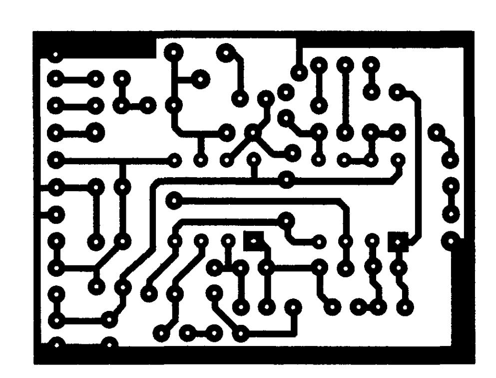
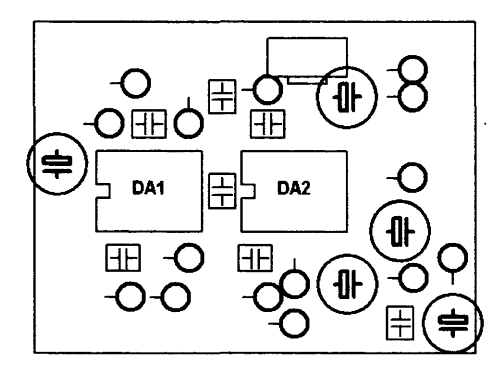


Рис. 4.3. Схема расположения элементов на плате



4.2. Активный фильтр сабвуфера на LM324

Отечественный аналог – К1401УД2.

Назначение выводов приведено в табл. 4.3.

Основные технические характеристики представлены в табл. 4.4.

Схема включения приведена на рис. 4.4.

Изображение печатной платы представлено на рис. 4.5.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 4.6.

Таблица 4.3. Назначение выводов микросхемы LM324

Номер вывода	Назначение
1	Выход 1
2	Инвертирующий вход 1
3	Неинвертирующий вход 1
4	Напряжение питания
5	Неинвертирующий вход 2
6	Инвертирующий вход 2
7	Выход 2
8	Выход 3
9	Инвертирующий вход 3
10	Неинвертирующий вход 3
11	Общий
12	Неинвертирующий вход 4
13	Инвертирующий вход 4
14	Выход 4

Рис. 4.4. Схема включения

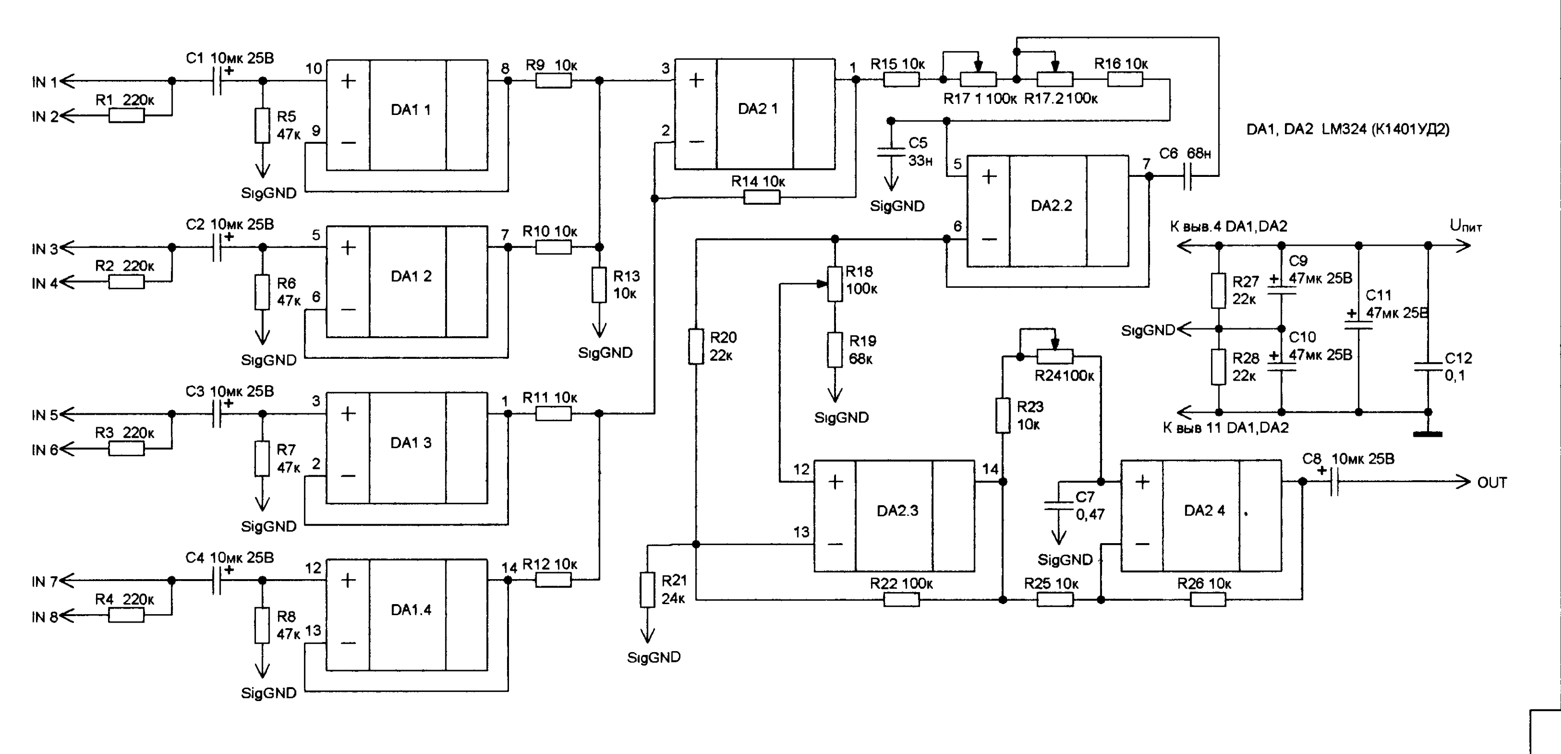


Таблица 4.4. Основные технические характеристики микросхемы LM324

Параметр	Значение
$U_{пит\ 1}$	+3...+15 В
$U_{пит\ 2}$	−3...−15 В
$U_{вых}$	$U_{пит.}$ −1,5 В
$I_{вых}$	20 мА

Рис. 4.5. Изображение печатной платы

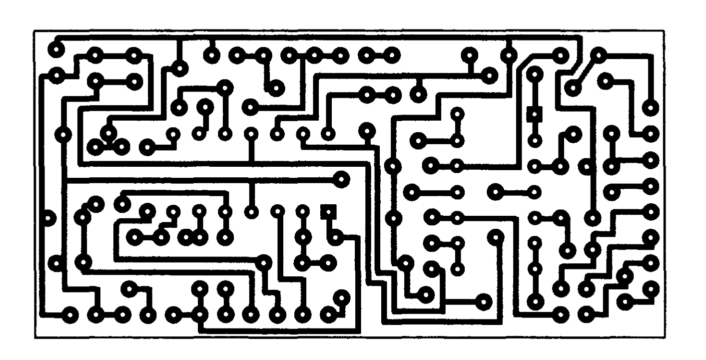
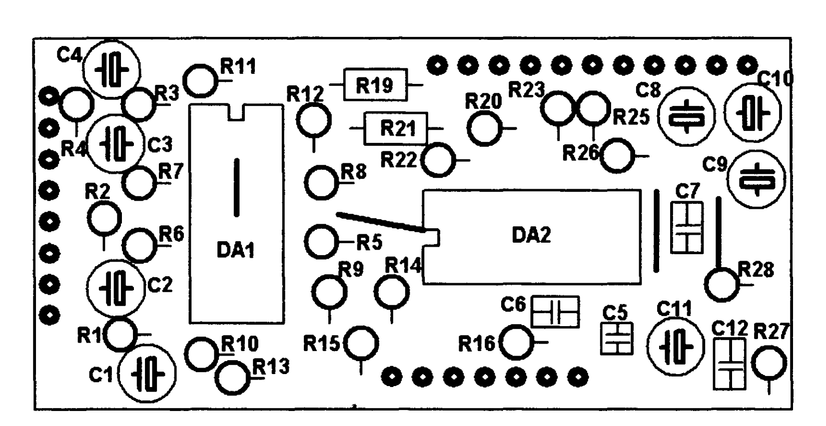


Рис. 4.6. Схема расположения элементов на плате



Глава 5

Маломощные и миниатюрные усилители

В этой главе рассмотрены миниатюрные и маломощные усилители.

Быстрое развитие полупроводниковых технологий, миниатюризация элементной базы приводят к тому, что грань между различными типами усилителей становится все более условной. Поэтому основными критериями, по которым выбирались усилители для этой главы, были следующие: небольшие размеры, малая выходная мощность и минимум навесных элементов (что зачастую является решающим фактором при выборе конкретного усилителя)

5.1. Усилитель на LM386

Аналог – KA386 (Samsung); отечественный аналог – КР1438УН2.

Усилители мощности звуковой частоты LM386 предназначены для применения в портативной радио- и звуковоспроизводящей аппаратуре, в приводах маломощных серводвигателей и другой аппаратуре различного назначения.

Назначение выводов указано в табл. 5.1, а основные технические характеристики – в табл. 5.2.

Типовая схема включения представлена на рис. 5.1.

Изображение печатной платы приведено на рис. 5.2.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.3.

Таблица 5.1. Назначение выводов микросхемы LM386

Номер вывода	Назначение
1	Конденсатор обратной связи
2	Инвертирующий вход
3	Неинвертирующий вход
4	Общий
5	Выход
6	Напряжение питания
7	Развязывающий конденсатор
8	Конденсатор обратной связи

Таблица 5.2. Основные технические характеристики микросхемы LM386

Параметр	Значение
$U_{пит}$	4–12 В
$I_{покоя}$	8 мА
$P_{вых}$	250–500 Вт
$R_{вх}$	50 Ом
Коэффициент усиления	26–46 дБ
Полоса частот	20–60 кГц
Коэффициент гармоник	0,2%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 5.1. Типовая схема включения

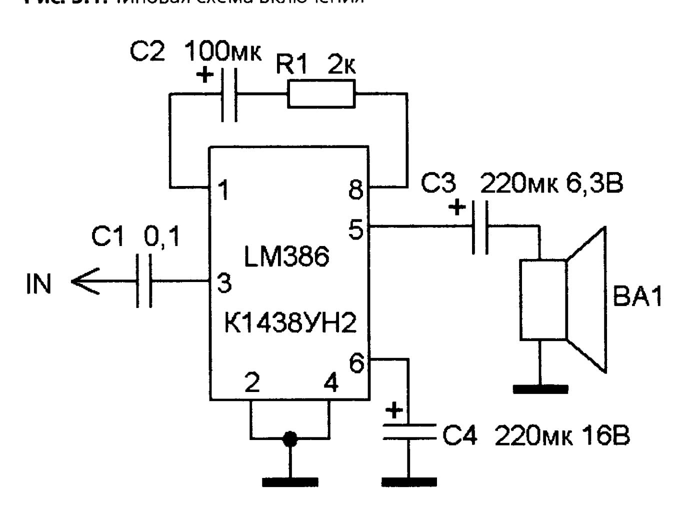


Рис. 5.2. Изображение печатной платы

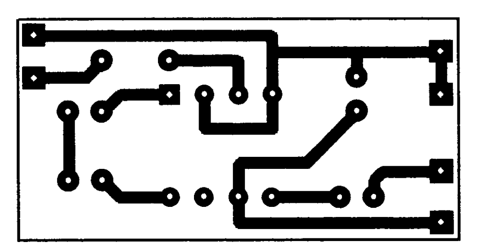
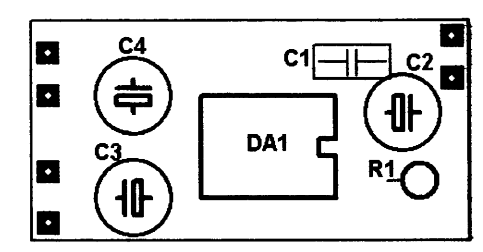


Рис. 5.3. Схема расположения элементов на плате



5.2. Усилитель на TBA810P

Применяется в малогабаритной, переносной звуковой аппаратуре.

Особенности:

- высокая выходная мощность;
- низкий уровень шумов;
- защита от неправильного включения (переполюсовки);
- защита от обрыва питания.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 5.3.
Основные технические характеристики представлены в табл. 5.4.
Схема включения представлена на рис. 5.4.
Изображение печатной платы приведено на рис. 5.5.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.6.

Таблица 5.3. Предельные параметры микросхемы TBA810P

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	20	В
Пиковый ток на выходе (неповторяющийся)	–	4	А
Пиковый ток на выходе (повторяющийся)	–	3	А
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	1–5	Вт
Температура хранения	$T_{хран}$	–40...+150	°C

Таблица 5.4. Основные технические характеристики микросхемы TBA810P

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит}$	4	–	20	В	Вывод 1
Напряжение выхода в холостом режиме	$U_{вых}$	6,4	7,2	8,0	В	Вывод 2
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	12	20	мА	
Входной ток смещения	$I_{вх\ см}$	–	0,4	–	мкА	
Выходная мощность	$P_{вых}$	5,5	7	–	Вт	
Входное напряжение насыщения	$I_{вх\ нас}$	220	–	–	мВ	
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	5	–	МОм	Вывод 8

Окончание табл. 5.4

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Искажение	–	–	0,3	–	%	$R_{нагр}$ = 2–4 Ом F = 1 кГц
Коэффициент усиления по току (открытый контур)	–	–	80	–	дБ	$R_{нагр}$ = 4 Ом F = 1 кГц
Коэффициент усиления по току (замкнутый контур)	–	34	37	40	дБ	$R_{нагр}$ = 2–4 Ом F = 1 кГц
КПД	–	–	75	–	%	

Рис. 5.4. Типовая схема включения

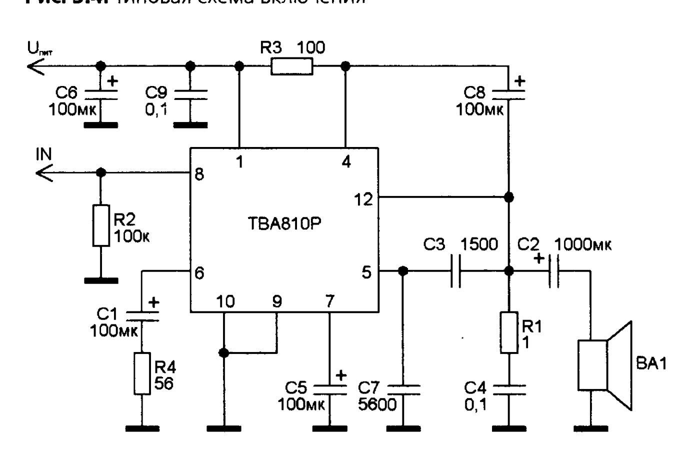


Рис. 5.5. Изображение печатной платы

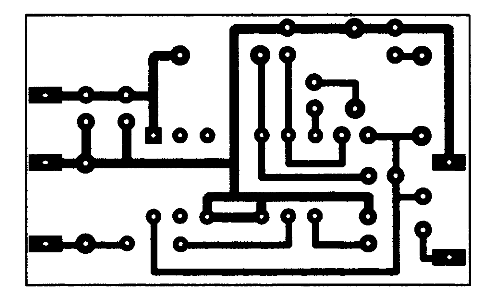
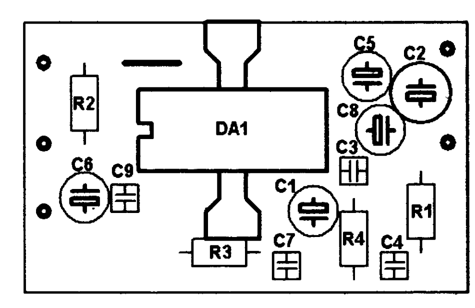


Рис. 5.6. Схема расположения элементов на плате



5.3. Усилитель на TBA820M

Применяется в малогабаритной, переносной звуковой аппаратуре.

Особенности:

- низкое напряжение питания и ток потребления;
- небольшое число необходимых внешних элементов;
- хорошее подавление пульсаций;
- небольшая рассеиваемая мощность.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 5.5.
Основные технические характеристики представлены в табл. 5.6.
Типовые схемы включения изображены на рис. 5.7 и 5.8.
Изображение печатной платы приведено на рис. 5.9.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.10.

Таблица 5.5. Предельные параметры микросхемы TBA820M

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит.}$	16	В
Пиковый ток на выходе	–	1,5	А
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	1	Вт
Температура хранения	$T_{хран}$	–40...+150	°C

Таблица 5.6. Основные технические характеристики микросхемы TBA820M

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Напряжение питания	$U_{пит.}$	3	–	16	В	
Напряжение выхода в холостом режиме	$U_{вых}$	4	4,5	5	В	Вывод 5
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	4	12	мА	
Входной ток смещения	$I_{вх\ см.}$	–	0,1	–	мкА	Вывод 3
Выходная мощность	$P_{вых}$	0,9	0,25–2	–	Вт	
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	5	–	МОм	Вывод 3
Искажение	–	–	0,8–0,4	–	%	$R_{нагр}$ = 2–4 Ом F = 1 кГц
Коэффициент усиления по току (открытый контур)	–	–	75	–	дБ	$R_{нагр}$ = 4 Ом F = 1 кГц

Окончание табл. 5.6

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.	Примечание
Коэффициент усиления по току (замкнутый контур)	–	–	45	–	дБ	$R_{нагр}$ = 2–4 Ом F = 1 кГц
Отношение сигнал/шум	–	–	75	–	дБ	

Рис. 5.7. Типовая схема включения

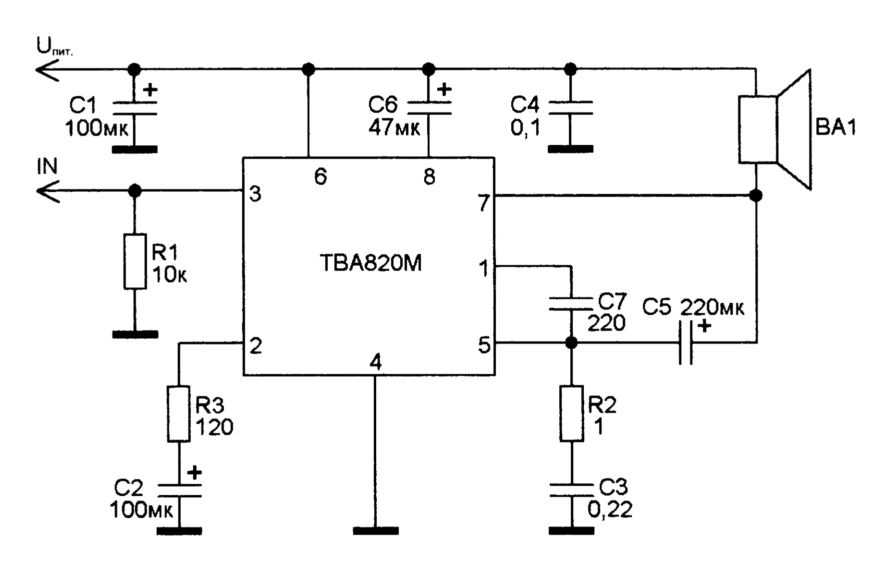
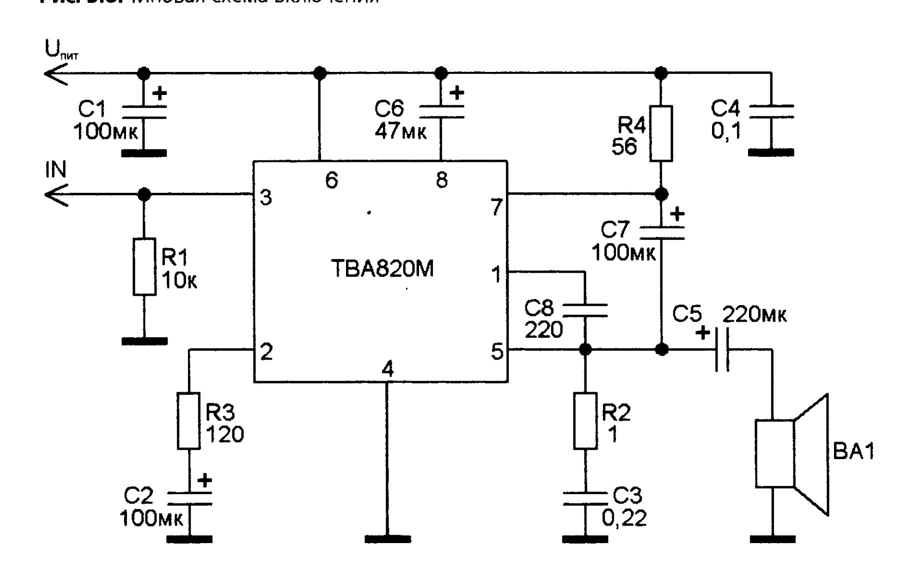
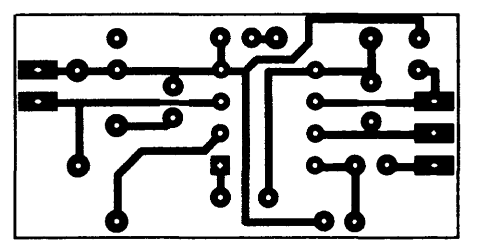


Рис. 5.8. Типовая схема включения




Рис. 5.9. Изображение печатной платы

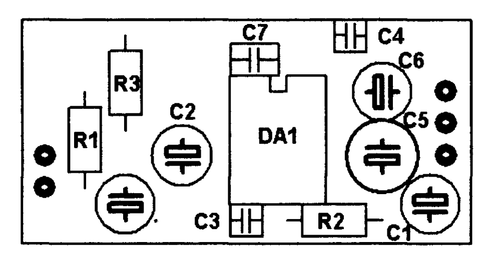


Рис. 5.10. Схема расположения элементов на плате

5.4. Усилитель на TDA7052

Интегральная схема выпускается в корпусах SOT97 и SOT97-1. Применяется в переносной звуковой аппаратуре.

Особенности:

- не нужны внешние элементы;
- нет помех при включении и выключении;
- высокая стабильность работы;
- низкая потребляемая мощность;
- не нужен дополнительный радиатор;
- защита от короткого замыкания.

Основные технические характеристики представлены в табл. 5.7.
Типовая схема включения изображена на рис. 5.11.
Изображение печатной платы приведено на рис. 5.12.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.13.

Таблица 5.7. Основные технические характеристики микросхемы TDA7052

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	3	6	18	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр.}$	–	4	8	мА
Коэффициент усиления	$K_{усил.}$	38	39	40	дБ
Выходная мощность	–	–	1,2	–	Вт
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,2	1,0	%

Рис. 5.11. Типовая схема включения

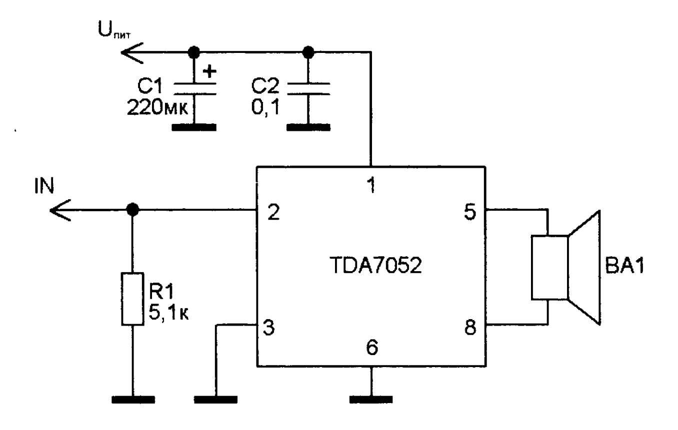


Рис. 5.12. Изображение печатной платы

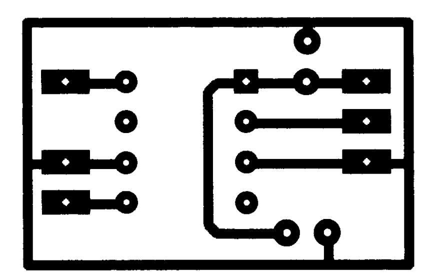


Рис. 5.13. Схема расположения элементов на плате

C1
DA1
C2

5.5. Усилитель на TDA7236

Интегральная схема выполнена в корпусе MINIDIP(4+4). Применяется в переносной радиоаппаратуре, звукозаписывающих устройствах, музыкальных плеерах, телевизорах и т.д.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 5.8.

Основные технические характеристики представлены в табл. 5.9.

Типовая схема включения изображена на рис. 5.14.

Изображение печатной платы приведено на рис. 5.15.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.16.

Таблица 5.8. Предельные параметры микросхемы TDA7236 (при температуре 25°C)

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	28	В
Ток на выходе	$I_{вых}$	1	А
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	500 (SZIP), 800 (SSOP)	мВт
Температура	$T_{раб}$	40...+150	°C

Таблица 5.9. Основные технические характеристики микросхемы TDA7236

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	1,8	–	24	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	5	–	мА
Выходная мощность	$P_{вых}$	–	1,7	–	Вт
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,3	1	%
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	$K_{усил}$	–	38	–	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	100	–	–	кОм

Рис. 5.14. Типовая схема включения

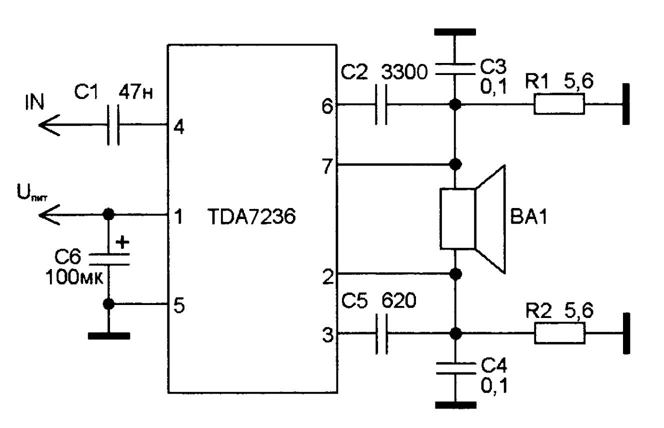


Рис. 5.15. Изображение печатной платы

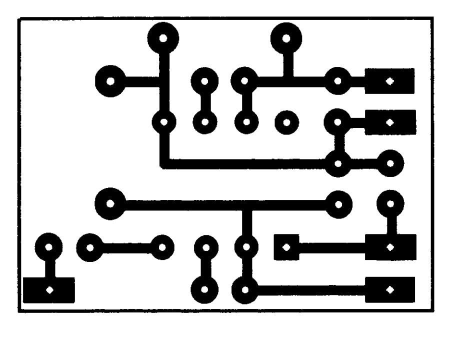
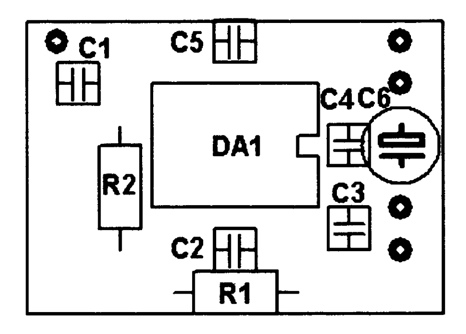


Рис. 5.16. Схема расположения элементов на плате



5.6. Усилитель на TDA7240

Миниатюрный, но достаточно мощный усилитель мощности низкой частоты, выполненный по мостовой схеме. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита

(отключение при перегреве в результате больших нагрузок), а также защита от скачков напряжения до 28 В.

Назначение выводов приведено в табл. 5.10, а основные технические характеристики — в табл. 5.11.

Типовая схема включения представлена на рис. 5.17.

Изображение печатной платы приведено на рис. 5.18.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.19.

Таблица 5.10. Назначение выводов микросхемы TDA7240

Номер вывода	Назначение
1	Вывод схемы компенсации искажений
2	Вывод схемы коррекции
3	Вход
4	Общий
5	Выход 1
6	Напряжение питания
7	Выход 2

Таблица 5.11. Основные технические характеристики микросхемы TDA7240

Параметр	Значение
$U_{пит}$	6–18 В
$I_{вых\ макс}$	4,5 А
$I_{покоя}$	150 мВ
$P_{вых.}$	20 Вт
$R_{вх}$	50 кОм
Коэффициент усиления	40 дБ
Полоса частот	30–25 кГц
Коэффициент гармоник	0,5%
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 5.17. Типовая схема включения

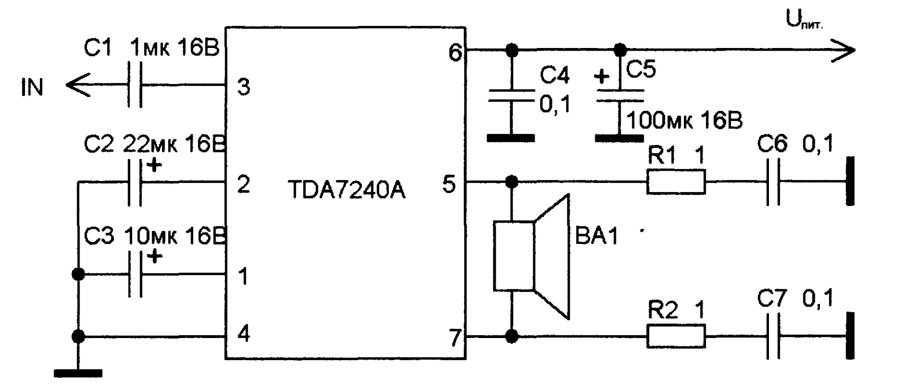


Рис. 5.18. Изображение печатной платы

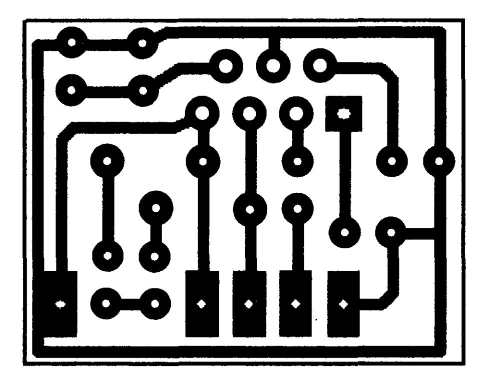
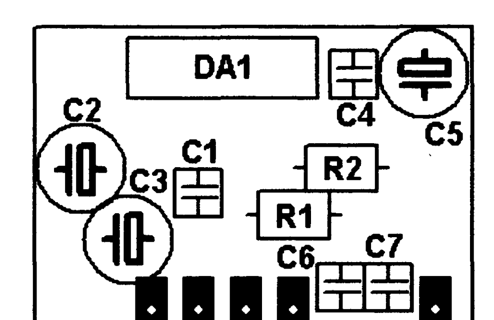


Рис. 5.19. Схема расположения элементов на плате



5.7. Стереоусилитель на КР174УН31

Двухканальные усилители мощности звуковой частоты КР174УН31 предназначены для применения в качестве оконечного каскада усиления звукового сигнала, подаваемого с микросхемы непосредственно на громкоговорители, в малогабаритной радиоаппаратуре: малогабаритных радиоприемниках, кассетных, CD- и MINIDISC-плеерах, мультимедийных активных акустических системах для Notebook PC, беспроводных телефонах (наушниках) и другой аппаратуре различного назначения.

Назначение выводов указано в табл. 5.12, а основные технические характеристики – в табл. 5.13.

Типовая схема включения представлена на рис. 5.20.

Изображение печатной платы приведено на рис. 5.21.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.22.

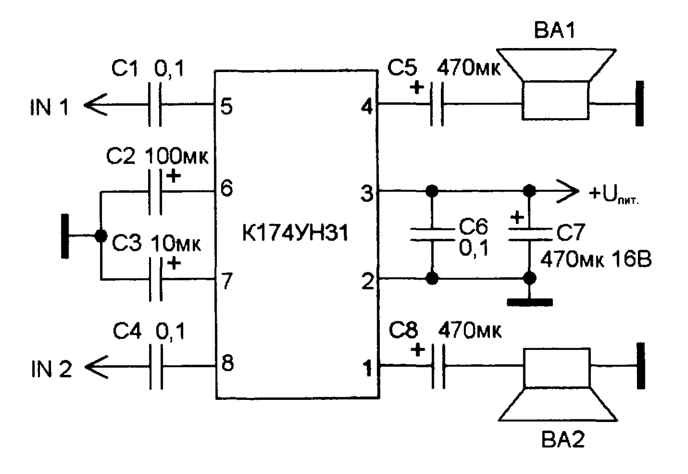
Таблица 5.12. Назначение выводов микросхемы КР174УН31

Номер вывода	Назначение
1	Выход первого канала усилителя
2	Общий вывод
3	Вывод напряжения питания
4	Выход второго канала усилителя
5	Вход второго канала усилителя
6	Фильтр блокировки
7	Фильтр делителя смещения
8	Вход первого канала усилителя

Таблица 5.13. Основные технические характеристики микросхемы КР174УН31

Параметр	Значение
$U_{пит}$	1,8–6,6 В
$I_{вых}$	500 мА
$I_{покоя}$	7 мА
$P_{вых}$	800 мВт
$R_{вх}$	40 кОм
Коэффициент усиления	21 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,015%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 5.20. Типовая схема включения



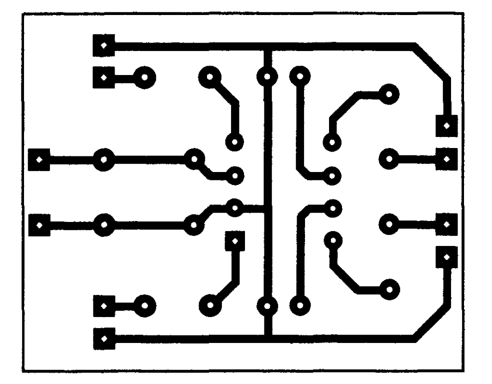


Рис. 5.21. Изображение печатной платы

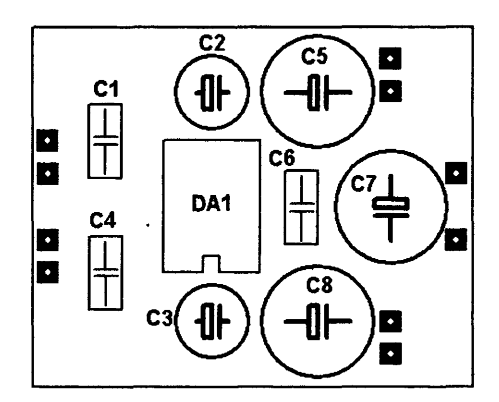


Рис. 5.22. Схема расположения элементов на плате

5.8. Стереоусилитель на TDA1517

Интегральная схема выпускается в корпусах SIL9MPF и HDIP18. Разработан специально для применения в мультимедийной аппаратуре.

Особенности:

- очень малое число необходимых внешних элементов;
- высокая выходная мощность;
- постоянный коэффициент усиления;
- хорошее подавление пульсаций;
- режим ожидания и беззвучный режим;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева;
- защита от электростатических разрядов на всех выводах;
- защита от неправильной полярности.

Основные технические характеристики представлены в табл. 5.14.

Типовая схема включения изображена на рис. 5.23.

На рис. 5.24 приведена схема включения в мостовом режиме.

Изображение печатной платы для типового включения приведено на рис. 5.25.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.26.

Таблица 5.14. Основные технические характеристики микросхемы TDA1517

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	6	14	18	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	40	80	мА
Ток потребления в режиме ожидания	–	–	0,1	100	мкА

Окончание табл. 5.14

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Входное сопротивление	$R_{вх}$	50	–	–	кОм
Выходная мощность	–	–	5	–	Вт
Разделение каналов	–	40	–	–	Вт
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	$K_{усил}$	19	20	21	дБ
Напряжение шумов на выходе	–	–	50	–	мкВ
Температура отключения	–	–	–	150	°С

Рис. 5.23. Типовая схема включения

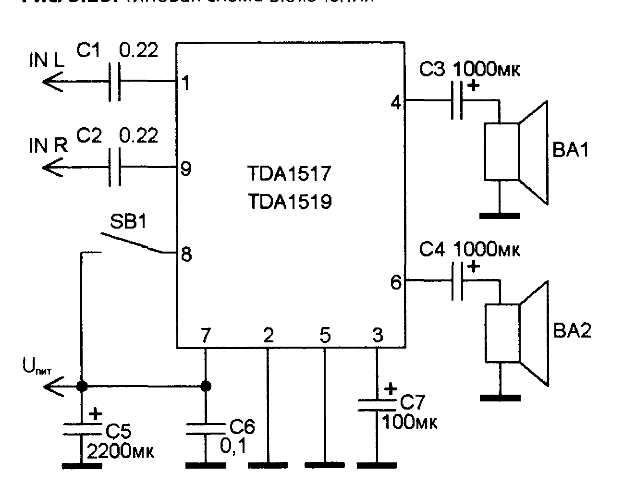
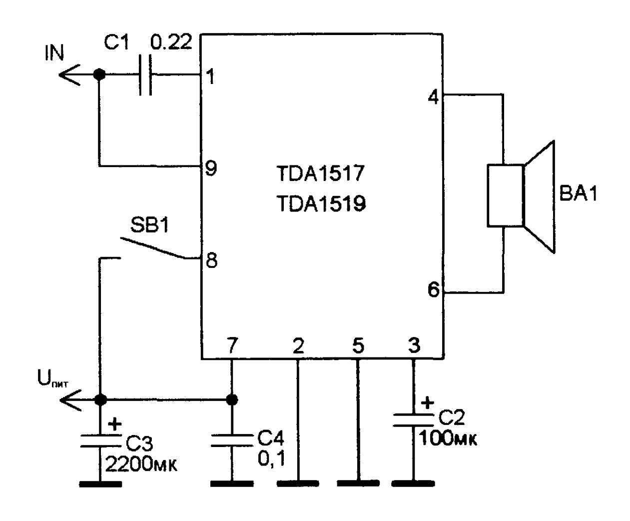


Рис. 5.24. Схема включения в мостовом режиме



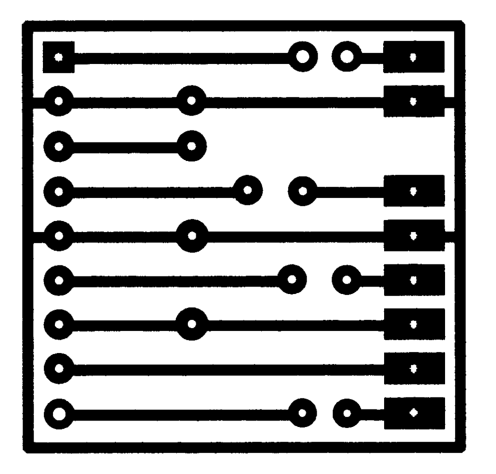


Рис. 5.25. Изображение печатной платы

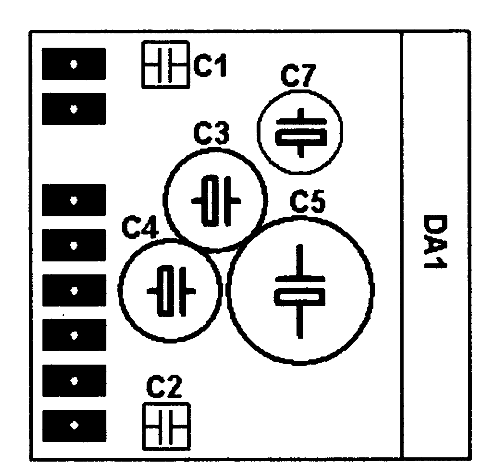


Рис. 5.26. Схема расположения элементов на плате

5.9. Усилитель на TDA2822

Применяется в переносной звуковой аппаратуре среднего и высокого класса.

Особенности:

- низкое напряжение питания;
- низкий ток потребления в холостом режиме;
- возможность работы в режиме моста или стерео.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 5.15.
Основные технические характеристики представлены в табл. 5.16.
Типовая схема включения изображена на рис. 5.27.
На рис. 5.28 приведена схема включения в мостовом режиме.
Изображение печатной платы приведено на рис. 5.29.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.30.

Таблица 5.15. Предельные параметры микросхемы TDA2822

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	15	В
Выходной пиковый ток	–	1,5	А
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	1,25	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	–40...+150	°С

Таблица 5.16. Основные технические характеристики микросхемы TDA2822

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	3	–	15	В
Напряжение на выходе	$U_{вых.}$	2	4	–	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	6	12	мА
Входной ток смещения	$I_{вых}$	–	100	–	нА
Выходная мощность (на каждом канале)	$P_{вых.}$	0,45	1,7	–	Вт
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	–	36	39	41	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	100	–	кОм
Разнос каналов	–	–	50	–	дБ

Рис. 5.27. Типовая схема включения

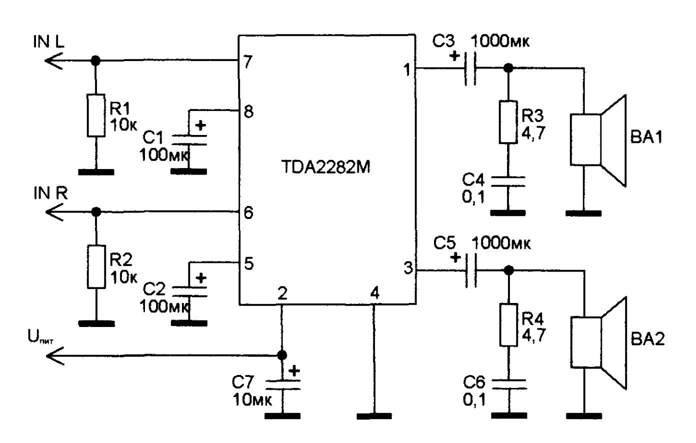
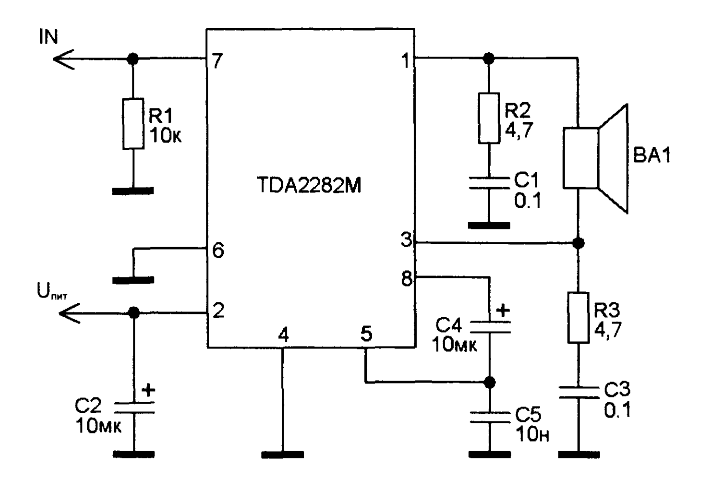


Рис. 5.28. Схема включения в мостовом режиме



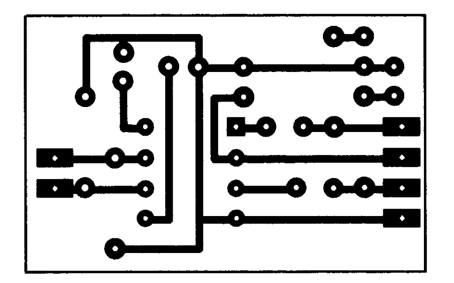


Рис. 5.29. Изображение печатной платы

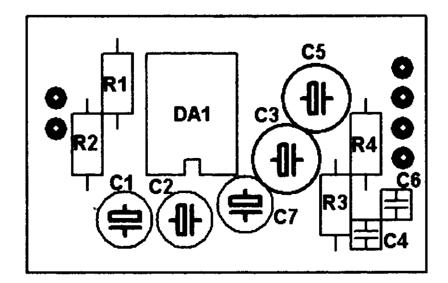


Рис. 5.30. Схема расположения элементов на плате

5.10. Усилитель на TDA7050

Интегральная схема выпускается в корпусах SO8, SOT96A и SOT96-1. Применяется в миниатюрной звуковой аппаратуре, наушниках.

Особенности:

- малое напряжение питания (от 1,6 В) подходит для работы от батарей и аккумуляторов;
- не нужны внешние элементы;
- очень малый ток потребления;
- постоянный коэффициент усиления 26 дБ, плавающий дифференциальный вход;
- режим стерео и моста;
- малые размеры.

Основные технические характеристики представлены в табл. 5.17.

Типовая схема включения изображена на рис. 5.31.

На рис. 5.32 приведена схема включения в мостовом режиме.

Изображение печатной платы для типового включения приведено на рис. 5.33.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.34.

Таблица 5.17. Основные технические характеристики микросхемы TDA7050

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит.}$	–	1,6–6	–	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	3,2	–	мА
Выходная мощность в режиме моста	–	–	140	–	мВт
Напряжение шумов на выходе в режиме моста	–	–	140	–	мкВ
Выходная мощность в режиме стерео	–	–	75	–	мВт
Разделение каналов	–	–	40	–	дБ
Напряжение шумов на выходе в режиме стерео	–	–	100	–	мкВ

Рис. 5.31. Типовая схема включения

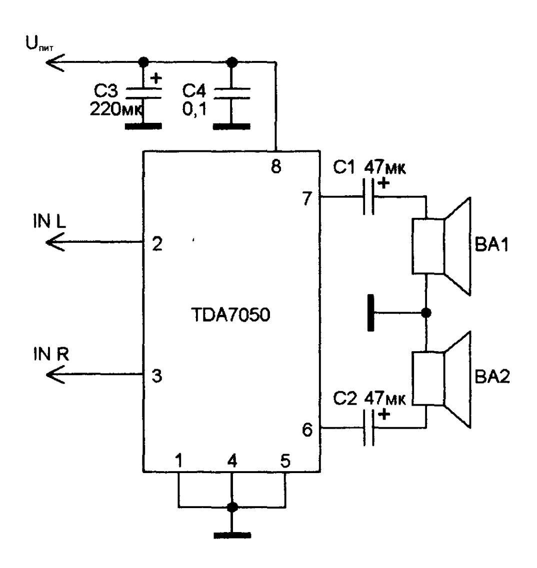


Рис. 5.32. Схема включения в мостовом режиме

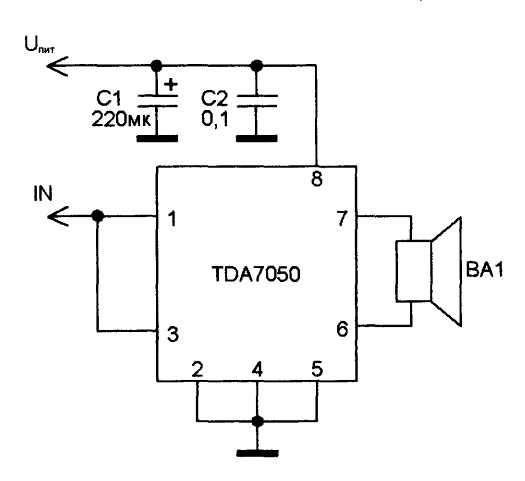


Рис. 5.33. Изображение печатной платы

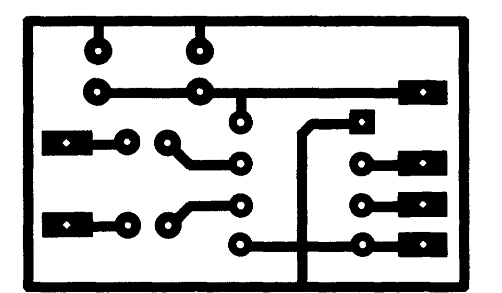
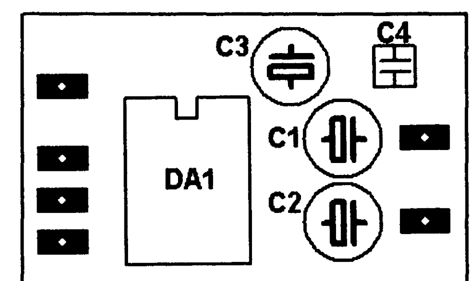


Рис. 5.34. Схема расположения элементов на плате



5.11. Стереоусилитель на TDA4935

Интегральная схема выполнена в корпусе P-SIP-9. Разработана специально для применения в мультимедийной аппаратуре.

Особенности:

- возможность работы как в стерео режиме, так и в режиме моста;
- широкий диапазон напряжения питания;
- минимальное число внешних элементов.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 5.18.
Основные технические характеристики представлены в табл. 5.19.
Типовая схема включения изображена на рис. 5.35.
Изображение печатной платы приведено на рис. 5.36.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.37.

Таблица 5.18. Предельные параметры микросхемы TDA4935

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	32	В
Ток на выходе	–	2,8	А
Входное напряжение	$U_{вх}$	−0,3 $U_{пит}$	В
Максимальная рабочая температура	$T_{раб\ макс}$	150	°C
Температура хранения	$T_{хран}$	−40... +125	°C

Таблица 5.19. Основные технические характеристики микросхемы TDA4935

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	40	80	мА
Напряжение на выходе	$U_{вых}$	11	12	13	В

Окончание табл. 5.19

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	20	–	кОм
Выходная мощность	–	10	15	–	Вт
Выходная мощность в режиме моста	–	20	30	–	Вт
КПД	–	–	70	–	%
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,2	0,5	%
Разнос каналов	–	–	50	–	дБ
Коэффициент усиления	$K_{усил}$	–	30	–	дБ
Коэффициент усиления в режиме моста	$K_{усил}$	–	36	–	дБ

Рис. 5.35. Типовая схема включения

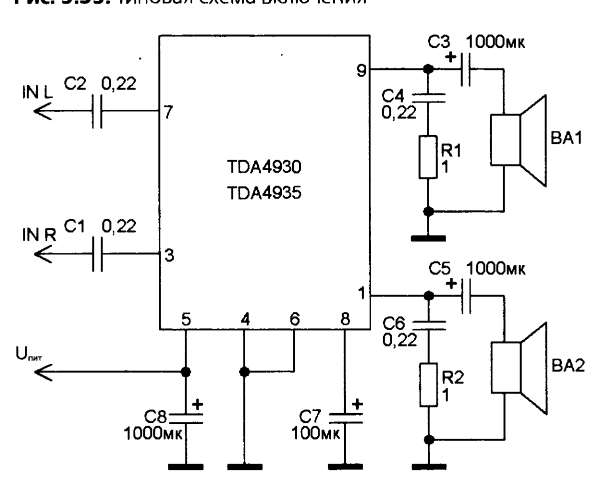


Рис. 5.36. Изображение печатной платы

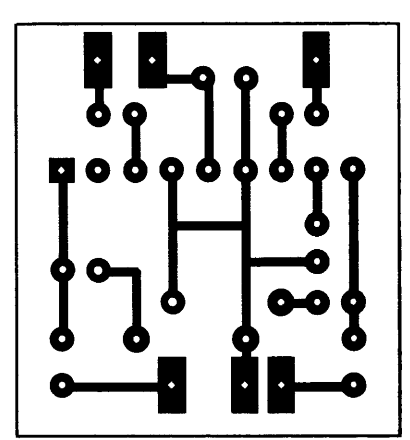
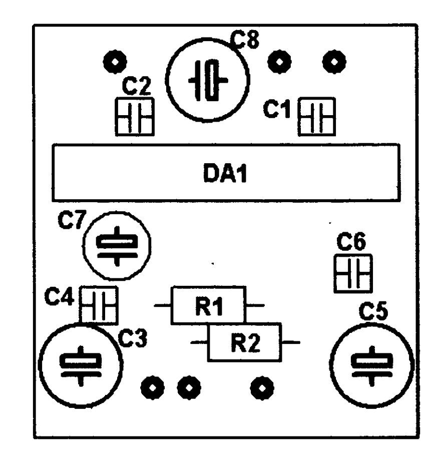


Рис. 5.37. Схема расположения элементов на плате



5.12. Стереоусилитель на TDA7350

Интегральная схема выполнена в корпусе Multiwatt11. Применяется в автомобильной радиоаппаратуре.

Особенности:

- малое число необходимых внешних элементов;
- высокая выходная мощность;
- нет помех при включении/выключении;
- низкий ток потребления;
- постоянный коэффициент усиления 30дБ стерео;
- программируемая задержка включения;
- защита от короткого замыкания;
- защита от индуктивной нагрузки;
- защита от перегрева.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 5.20.

Основные технические характеристики представлены в табл. 5.21 и 5.22.

Типовая схема включения изображена на рис. 5.38.

На рис. 5.39 приведена схема включения в мостовом режиме.

Изображение печатной платы приведено на рис. 5.40.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 5.41.

Таблица 5.20. Предельные параметры микросхемы TDA7350

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит.}$	8	–	18	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	–	120	мА
Температура	—	–	–	120	°C

Таблица 5.21. Основные технические характеристики микросхемы TDA7350 — режим стерео

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Выходная мощность	–	7	11	–	Вт
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	–	0,5	%
Разделение каналов	—	45	55	–	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	30	50	–	кОм
Коэффициент усиления	$K_{усил}$	27	29	31	дБ

Таблица 5.22. Основные технические характеристики микросхемы TDA7350 — режим моста

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Выходная мощность	–	16	22	–	Вт
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	–	1	%
Входное сопротивление	$R_{вх}$	–	50	–	кОм
Коэффициент усиления	$K_{усил}$	33	35	37	дБ

Рис. 5.38. Типовая схема включения

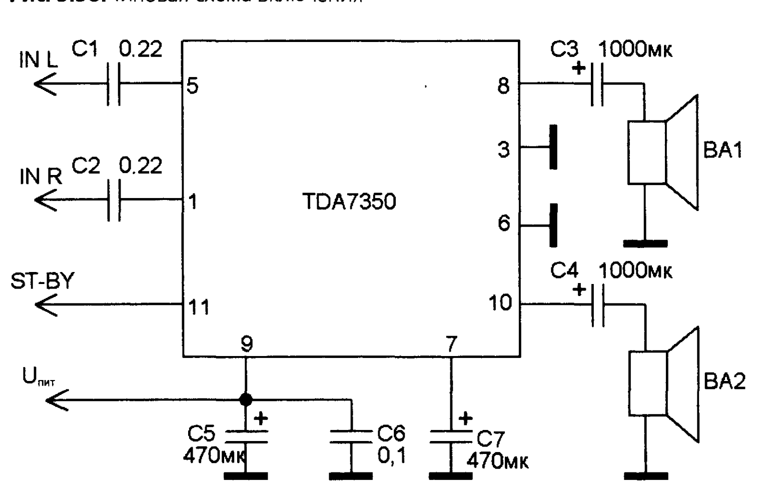
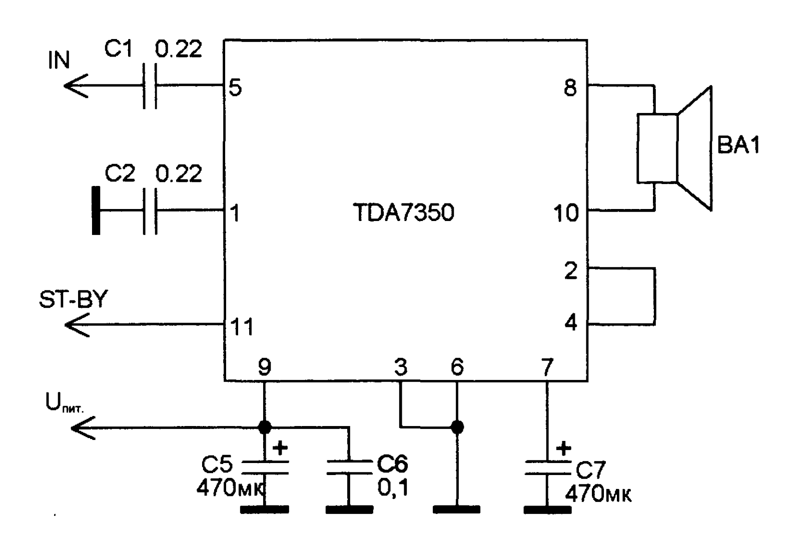


Рис. 5.39. Схема включения в мостовом режиме



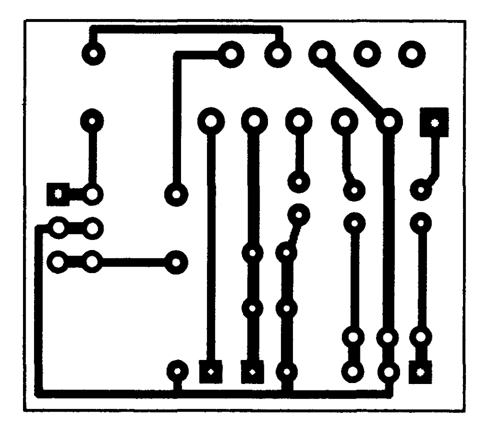


Рис. 5.40. Изображение печатной платы

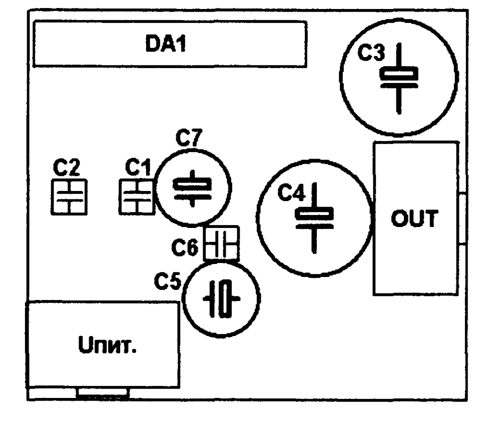
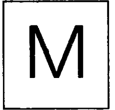


Рис. 5.41. Схема расположения элементов на плате

Глава 6

Мощные усилители



Мощные усилители — наиболее разнообразный и «пестрый» по составу класс усилителей.

По числу каналов мощные усилители можно разделить на одно-, двух-, трех- и четырехканальные.

Почти все разработанные в последние годы двух- и четырехканальные усилители можно включать по мостовой схеме, то есть использовать по два канала на общую нагрузку, что позволяет в полтора-два раза увеличивать выходную мощность усилителя при относительно невысокой выходной мощности отдельно взятого канала.

Мощные усилители выпускаются как с однополярным, так и с биполярным питанием. Усилители с однополярным питанием применяются в автомобильной и переносной аппаратуре. Усилители с биполярным питанием применяются в стационарной аппаратуре высокого класса и усилителях мощностью более 100 Вт.

В этой главе рассмотрены наиболее типичные мощные усилители всех типов и классов, с однополярным и биполярным питанием.

6.1. Моноусилители

В этой главе рассмотрены наиболее типичные одноканальные усилители.

6.1.1. Мостовой усилитель 20 Вт на TDA2005

Усилитель мощности низкой частоты, выполненный по мостовой схеме. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение при перегреве в результате больших нагрузок), защита от скачков напряжения до 40 В, а также защита от отключения общего провода.

Назначение выводов приведено в табл. 6.1, а основные технические характеристики — в табл. 6.2.

Типовая схема включения представлена на рис. 6.1.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.2.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.3.

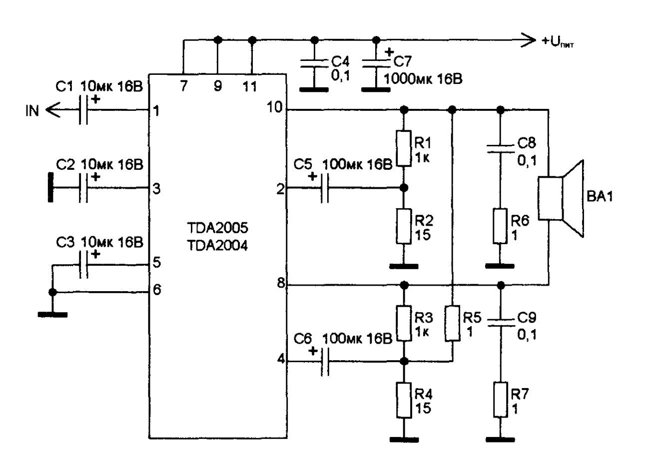
Таблица 6.1. Назначение выводов микросхемы TDA2005

Номер вывода	Назначение
1	Неинвертирующий вход 1
2	Инвертирующий вход 1
3	Вывод фильтра
4	Инвертирующий вход 2
5	Неинвертирующий вход 2
6	Общий
7	Вход обратной связи 2
8	Выход 2
9	Напряжение питания
10	Выход 1
11	Вход обратной связи 1

Таблица 6.2. Основные технические характеристики микросхемы TDA2005

Параметр	Значение
$U_{пит}$	8–18 В
$I_{вых}$	1 А
$I_{покоя}$	50 мА
$P_{вых}$	20 Вт
$R_{вх}$	100 кОм
Коэффициент усиления	48 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,5
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 6.1. Типовая схема включения



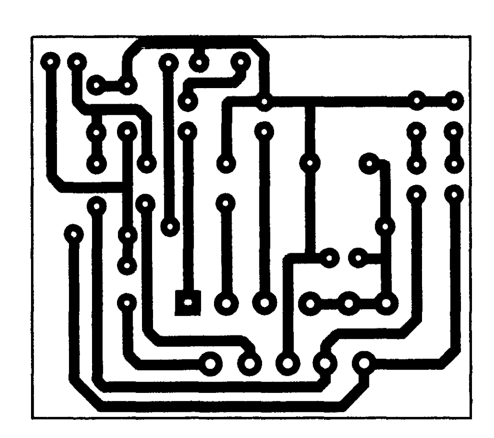


Рис. 6.2. Изображение печатной платы

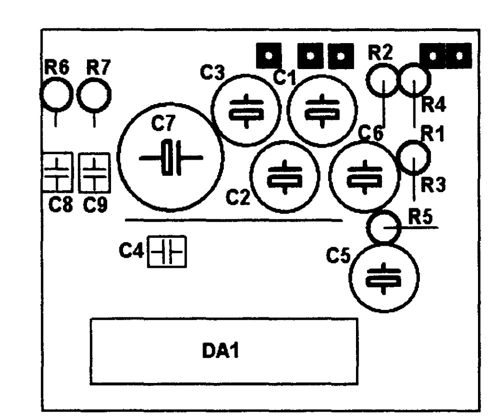


Рис. 6.3. Схема расположения элементов на плате

6.1.2. Усилитель 40 Вт на TDA1560

Усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi, выполненный по мостовой схеме. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение при перегреве в результате больших нагрузок), защита от бросков напряжения до 40 В, а также режим отключения (Standby).

Назначение выводов приведено в табл. 6.3, а основные технические характеристики — в табл. 6.4.

Типовая схема включения представлена на рис. 6.4.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.5.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.6.

Таблица 6.3. Назначение выводов микросхемы TDA1560

Номер вывода	Назначение
1	Вход усилителя
2	Инверсный вход усилителя
3	Вывод переключения выходного импеданса
4	Выход опорного напряжения
5	Конденсатор схемы питания
6	Общий
7	Выход 1 усилителя
8	Конденсатор схемы питания
9	Напряжение питания

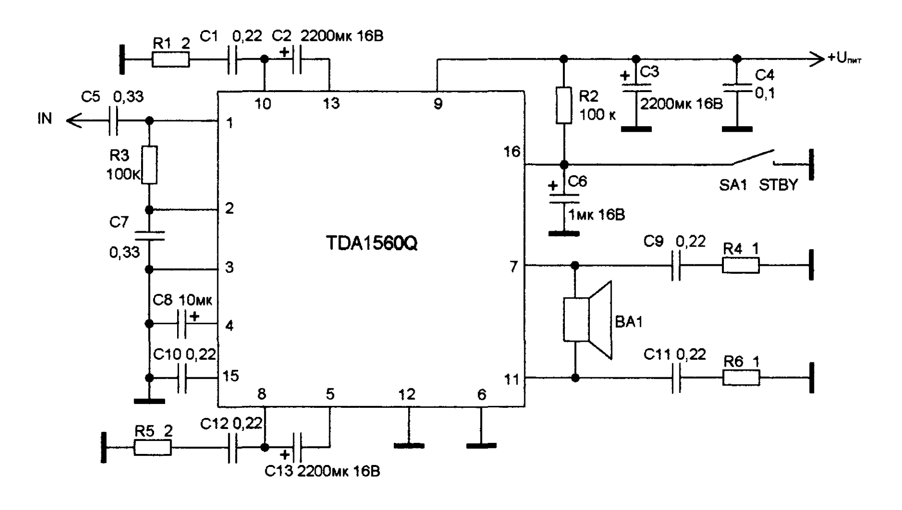
Окончание табл. 6.3

Номер вывода	Назначение
10	Конденсатор схемы питания
11	Выход 2 усилителя
12	Общий
13	Конденсатор схемы питания
14	Выход сигнала диагностики
15	Развязывающий конденсатор
16	Вход сигнала управления режимом микросхемы
17	Вход сигнала управления режимом выходного каскада

Таблица 6.4. Основные технические характеристики микросхемы TDA1560

Параметр	Значение
$U_{пит.}$	8–18 В
$I_{вых}$	4 А
$I_{покоя}$	100 мА
$P_{вых}$	40 Вт
$R_{вх}$	180 кОм
Коэффициент усиления	30 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,5%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 6.4. Типовая схема включения



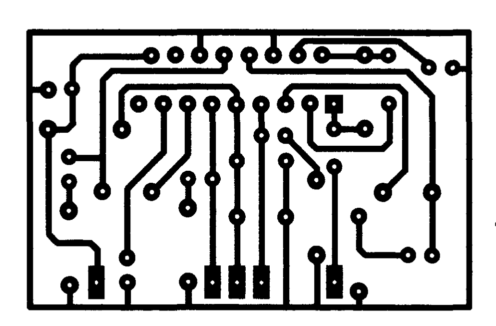


Рис. 6.5. Изображение печатной платы

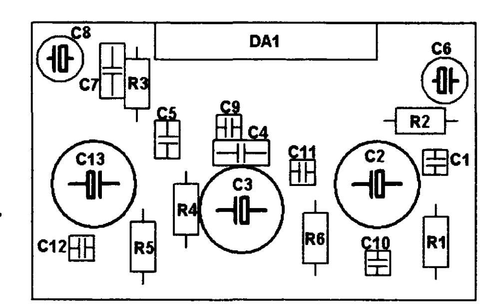


Рис. 6.6. Схема расположения элементов на плате

6.1.3. Усилитель 50 Вт на TDA1514A

Одноканальный усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi.

Назначение выводов приведено в табл. 6.5, а основные технические характеристики – в табл. 6.6.

Схема включения представлена на рис. 6.7.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.8.

Схема расположения элементов на плате приведена на рис. 6.9.

Таблица 6.5. Назначение выводов микросхемы TDA1514A

Номер вывода	Назначение
1	Неинвертирующий вход
2	Вывод схемы защиты
3	Вывод схемы отключения напряжения питания
4	Напряжения питания (–27,5 В)
5	Выход
6	Напряжения питания (+27,5 В)
7	Вход обратной связи и коррекции усилителя мощности
8	Вывод схемы отключения выхода
9	Инвертирующий вход

Таблица 6.6. Основные технические характеристики микросхемы TDA1514A

Параметр	Значение
$U_{пит 1}$	+10...+30 В
$U_{пит 2}$	–10...–30 В
$I_{вых}$	5 А

Окончание табл. 6.6

Параметр	Значение
$I_{покоя}$	56 мА
$P_{вых}$	50 Вт
$R_{вх}$	20 кОм
Коэффициент усиления	30 дБ
Полоса частот	20–25 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,01%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 6.7. Типовая схема включения

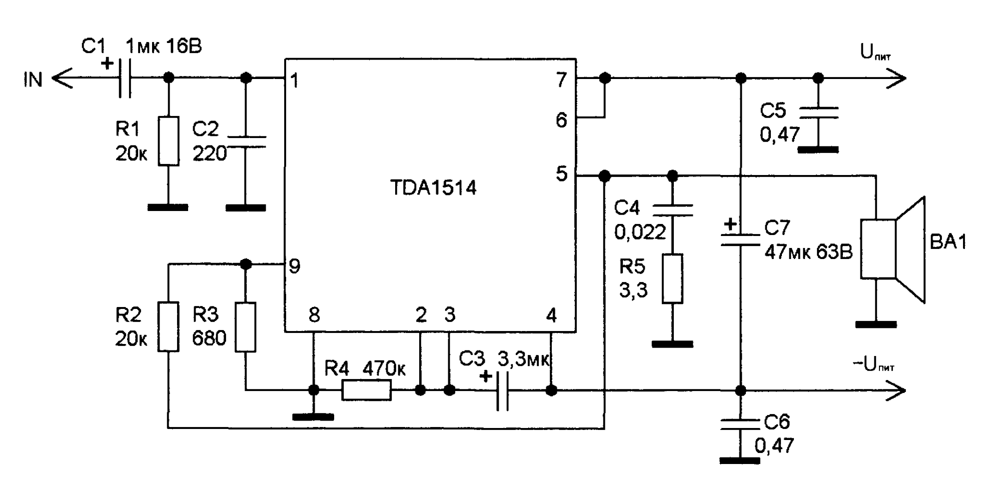


Рис. 6.8. Изображение печатной платы

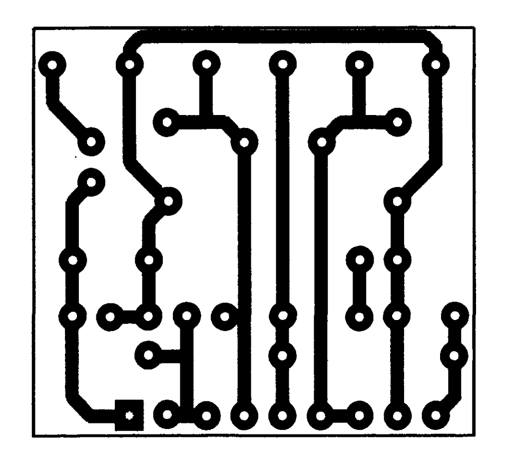
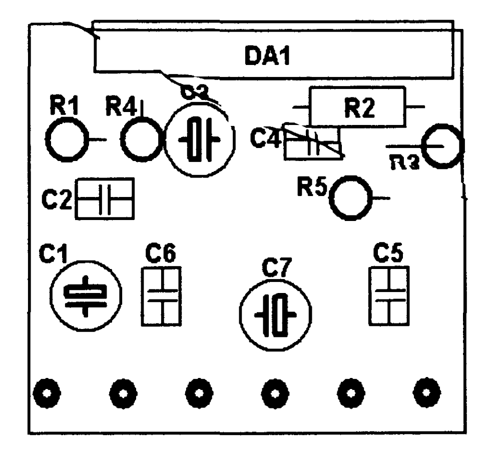


Рис. 6.9. Схема расположения элементов на плате



6.1.4. Усилитель 70 Вт на TDA1562

Усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (переключение на пониженную мощность в случае перегрева в результате больших нагрузок), защита от скачков напряжения до 40 В, режим отключения (Standby), а также режим включения/отключения входного сигнала (Mute).

Назначение выводов приведено в табл. 6.7, а основные технические характеристики – в табл. 6.8.

Схема включения представлена на рис. 6.10.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.11.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.12.

Таблица 6.7. Назначение выводов микросхемы TDA1562

Номер вывода	Назначение
1	Вход усилителя неинвертированного сигнала
2	Вход усилителя инвертированного сигнала
3	Вывод системы повышения питающего напряжения
4	Выбор режима: **Питание откл./«Дежурный» режим/Работа**
5	Вывод схемы повышения питающего напряжения
6	Общий (выходного каскада)
7	Выход усилителя неинвертированного сигнала
8	Вывод схемы диагностики
9	Напряжение питания
10	Напряжение питания
11	Выход усилителя инвертированного сигнала
12	Общий (выходного каскада)
13	Вывод схемы повышения питающего напряжения
14	Вывод схемы формирования опорного напряжения
15	Вывод схемы повышения питающего напряжения
16	Вывод схемы выбора режима
17	Общий (выходного каскада)

Таблица 6.8. Основные технические характеристики микросхемы TDA1562

Параметр	Значение
$U_{пит}$	8–18 В
$I_{вых.}$	5 А
$I_{покоя}$	110 мА

Окончание табл. 6.8

Параметр	Значение
$P_{вых}$	70 Вт
$R_{вх}$	150 кОм
Коэффициент усиления	26 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,03%
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 6.10. Типовая схема включения

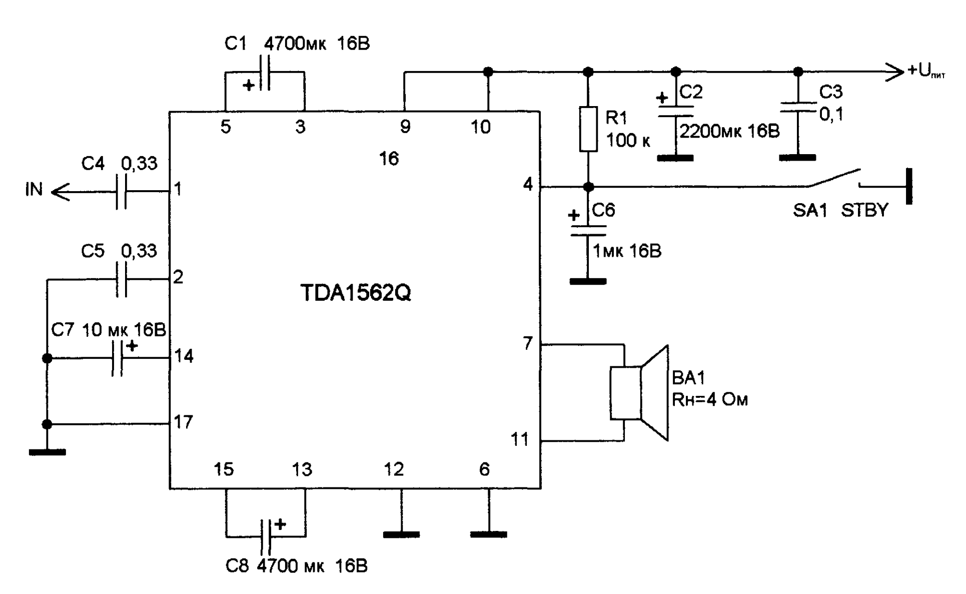


Рис. 6.11. Изображение печатной платы

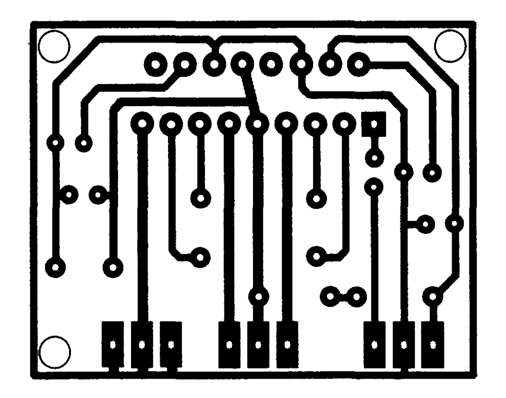
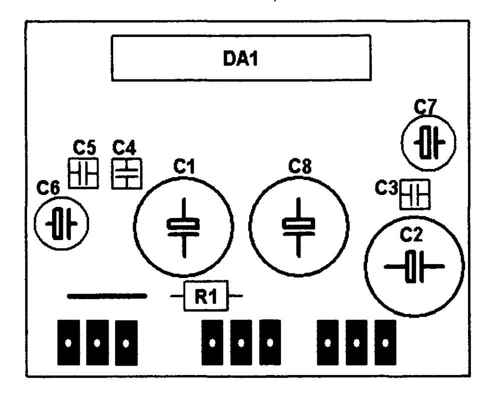


Рис. 6.12. Схема расположения элементов на плате



6.1.5. Усилитель 100 Вт на TDA7294

Усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (переключение усилителя при перегреве при чрезмерных нагрузках на пониженную мощность), защита от скачков напряжения, режим отключения (Standby), режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Назначение выводов приведено в табл. 6.9, а основные технические характеристики – в табл. 6.10.

Схема включения представлена на рис. 6.13.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.14.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.15.

Таблица 6.9. Назначение выводов микросхемы TDA7294

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Инвертирующий вход
3	Неинвертирующий вход 1
4	Неинвертирующий вход
5	Не используется
6	Вывод схемы вольтдобавки
7	Напряжение питания входного каскада
8	Напряжение питания входного каскада
9	Вывод включения/отключения напряжения питания (режим покоя)
10	Вывод включения/отключения (переключения) входного сигнала
11	Не испольэуется
12	Не используется
13	Напряжение питания выходного каскада
14	Выход
15	Напряжение питания выходного каскада

Таблица 6.10. Основные технические характеристики микросхемы TDA7294

Параметр	Значение
$U_{пит\ 1}$	−10...−40 В
$U_{пит\ 2}$	+10...+40 В
$I_{вых}$	2 А

Окончание табл. 6.10

Параметр	Значение
$I_{покоя}$	60 мА
$P_{вых}$	100 Вт
$R_{вх}$	100 кОм
Коэффициент усиления	30 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,01%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 6.13. Типовая схема включения

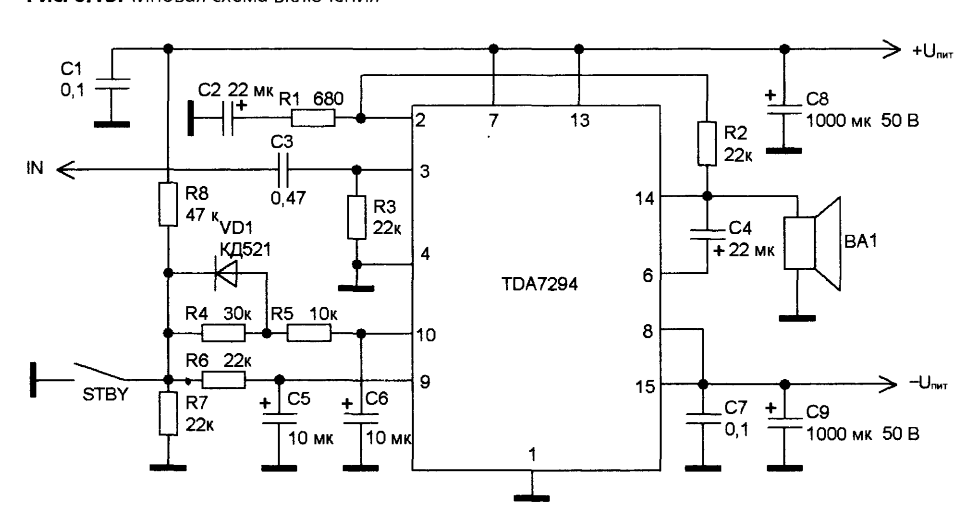


Рис. 6.14. Изображение печатной платы

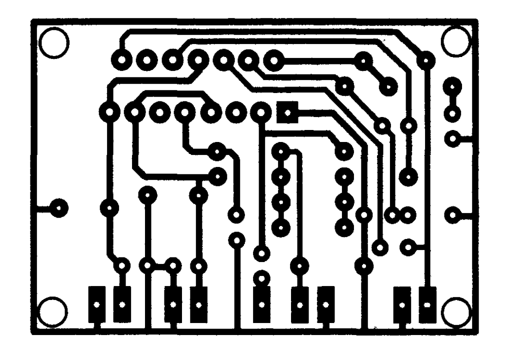
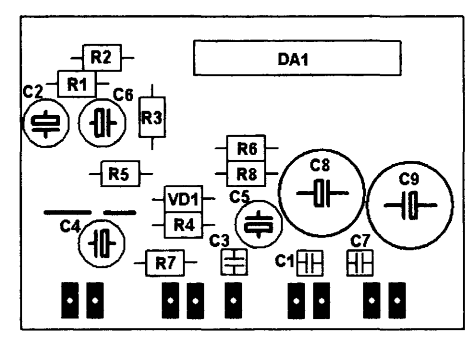


Рис. 6.15. Схема расположения элементов на плате

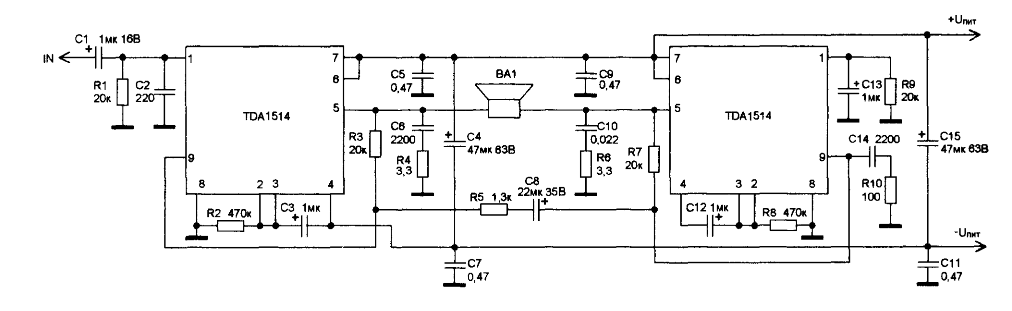


6.1.6. Усилитель 100 Вт на TDA1514A

Мощный мостовой усилитель класса Hi-Fi.

Схема включения представлена на рис. 6.16.

Рис. 6.16. Типовая схема включения



6.1.7. Усилитель 170 Вт на TDA7294

Усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi, выполненный по мостовой схеме. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (переключение на пониженную мощность в случае перегрева, возникающего при больших нагрузках), защита от бросков напряжения, режим отключения (Standby), режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Изображение печатной платы представлено на рис. 6.17.

Схема включения приведена на рис. 6.18.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.19.

Рис. 6.17. Изображение печатной платы

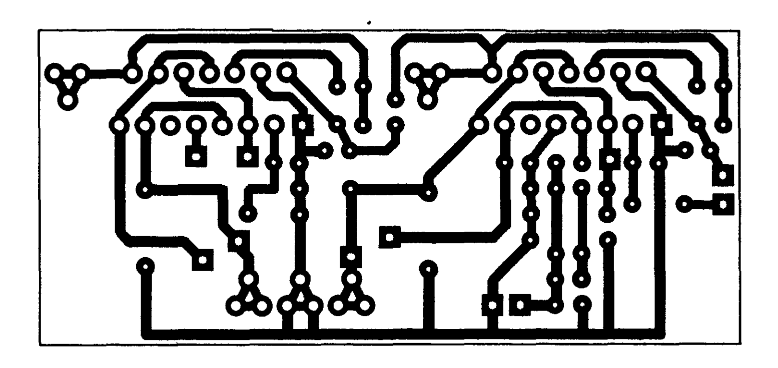
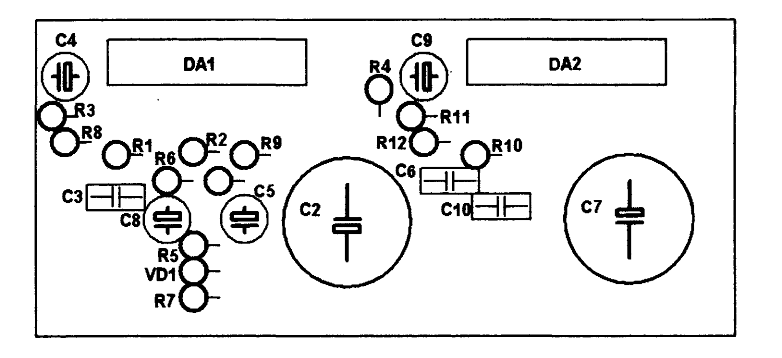


Рис. 6.18. Типовая схема включения

+Uпит
C1 0,1
C2 2200 мк 50 В
C3 0,47
IN
R1 22к
VD1 КД522
R2 47к
R5 30к
R6 10к
R7 22к
TDA7294
7 13 3 4 1 10 6 14 2 9 8 15
C4 +22 мк
R3 22к
R4 22к
R8 680
BA1
STBY
R9 22к
C5 22 мк
C7 2200 мк 50 В
C6 0,1
-Uпит
C8 22мк
C10 0,56
R10 22к
TDA7294
C9 +22 мк
R11 22к
R12 680

Рис. 6.19. Схема расположения элементов на плате



6.2. Стереоусилители

6.2.1. Усилитель 2×12 Вт на TDA2005

Двухканальный усилитель мощности низкой частоты. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (отключение в случае перегрева при больших нагрузках), защита от бросков напряжения до 40 В, а также защита от отключения общего провода.

Типовая схема включения представлена на рис. 6.20.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.21.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.22.

Рис. 6.20. Типовая схема включения

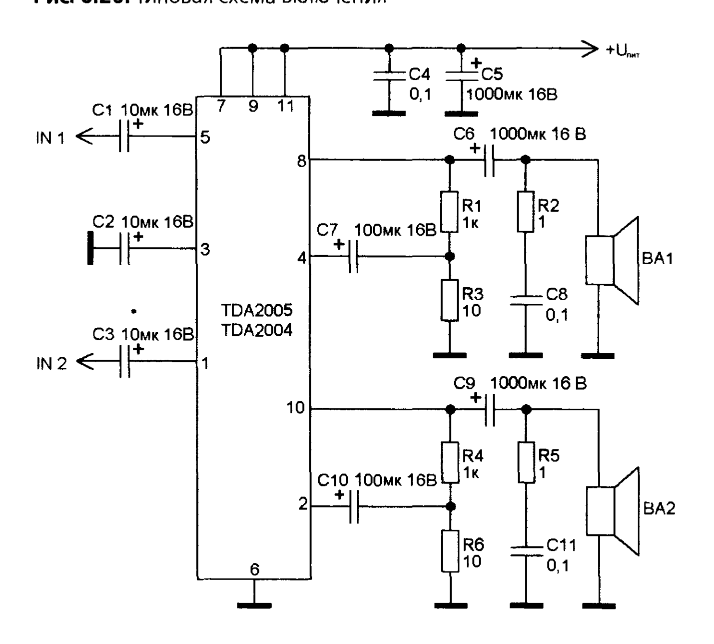


Рис. 6.21. Изображение печатной платы

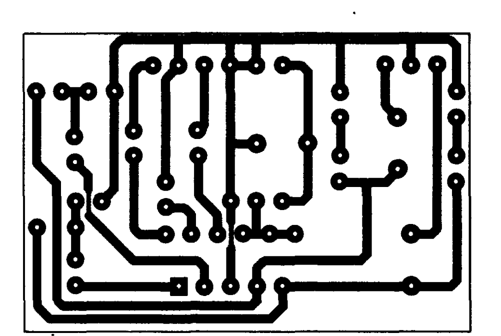
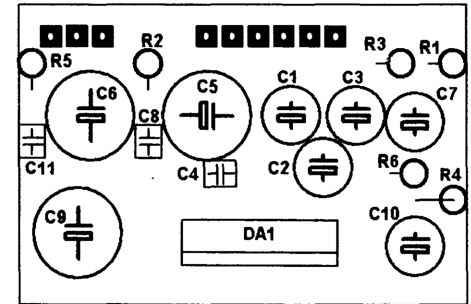


Рис. 6.22. Схема расположения элементов на плате



6.2.2. Усилитель 2×22 Вт на TDA1552

Двухканальный мостовой усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi. В данном усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Назначение выводов приведено в табл. 6.11, а основные технические характеристики – в табл. 6.12.

Схема включения представлена на рис. 6.23.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.24.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.25.

Таблица 6.11. Назначение выводов микросхемы TDA1552

Номер вывода	Назначение
1	Вход 1
2	Общий
3	Напряжение питания
4	Выход 1
5	Общий
6	Выход 1
7	Выход 2
8	Общий
9	Выход 2
10	Напряжение питания
11	Напряжение управления включением и блокировкой микросхемы
12	Не используется
13	Вход 2

Таблица 6.12. Основные технические характеристики микросхемы TDA1552

Параметр	Значение
$U_{пит}$	6–18 В
$I_{вых.}$	4 А
$I_{покоя}$	80 мА
$P_{вых}$	22 Вт
$R_{вх.}$	60 кОм
Коэффициент усиления	26 дБ
Полоса частот	25–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,5%
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 6.23. Типовая схема включения

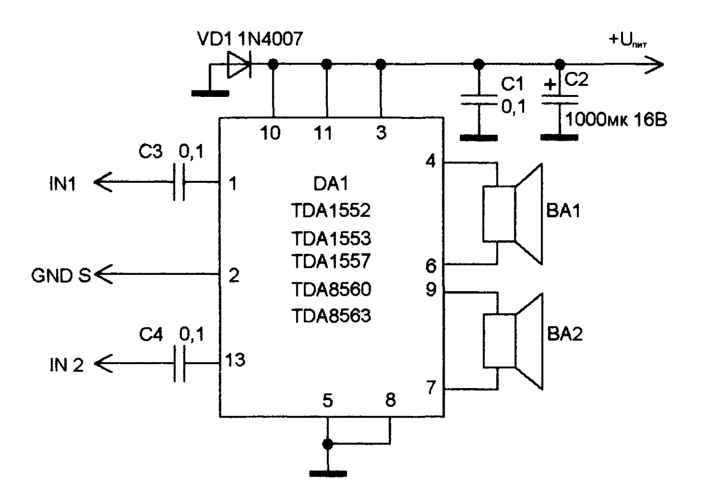


Рис. 6.24. Изображение печатной платы

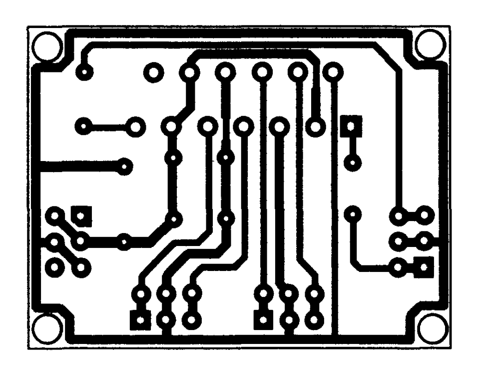
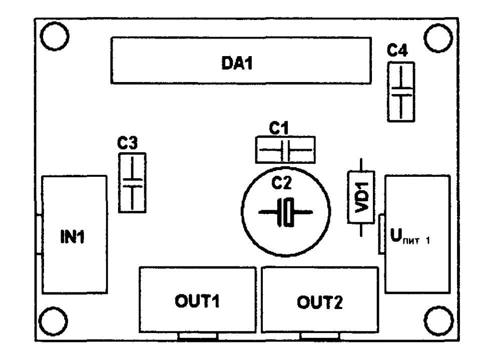


Рис. 6.25. Схема расположения элементов на плате



6.2.3. Усилитель 2×26 Вт на TA8210

Двухканальный мостовой усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Назначение выводов приведено в табл. 6.13, а основные технические характеристики — в табл. 6.14.

Схема включения представлена на рис. 6.26.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.27.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.28.

Таблица 6.13. Назначение выводов микросхемы TDA8210

Номер вывода	Назначение
1	Вывод отключения входного сигнала
2	Вход усилителя 1
3	Вход обратной связи усилителя 1
4	Вывод перевода в «дежурный» режим 0/3 В
5	Общий (входных цепей)
6	Вход обратной связи усилителя 2
7	Вход усилителя 2
8	Вывод фильтра
9	Напряжение питания
10	Напряжение питания усилителя 1
11	Выход усилителя 2
12	Выход усилителя 2
13	Общий усилителя 2 (выходных цепей)
14	Общий усилителя 1 (выходных цепей)
15	Выход усилителя 1
16	Выход усилителя 1
17	Напряжение питания усилителя 2
Теплоотвод	Общий (выходных цепей)

Таблица 6.14. Основные технические характеристики микросхемы TDA8210

Параметр	Значение
$U_{пит}$	9–18 В
$I_{вых}$	1 А
$I_{покоя}$	120 мА
$P_{вых}$	2×22 Вт
$R_{вх}$	30 кОм
Коэффициент усиления	54 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,04%
$R_{нагр.}$	4 Ом

Рис. 6.26. Типовая схема включения

Рис. 6.27. Изображение печатной платы

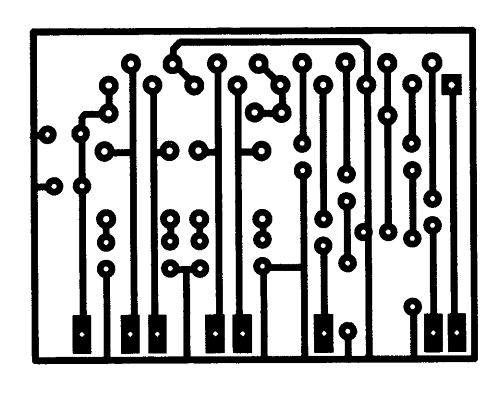
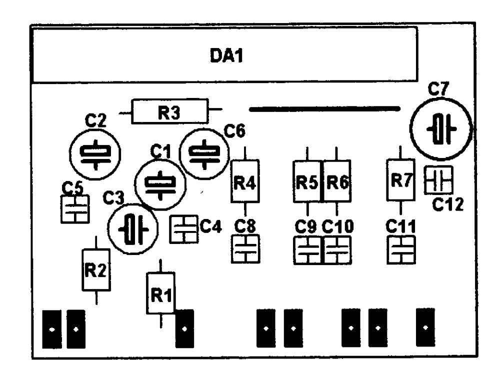


Рис. 6.28. Схема расположения элементов на плате



6.2.4. Усилитель 2×22 Вт на TDA7265

Мощный двухканальный Hi-Fi усилитель, предназначенный для высококачественной стереоаппаратуры, Hi-Fi музыкальных центров и телевизоров.

Особенности:

- широкий диапазон напряжения питания;
- высокая выходная мощность 2×30 Вт;
- ток на выходе до 3,5 А;
- функция режима ожидания;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 6.15.
Основные технические характеристики представлены в табл. 6.16.
Схема включения представлена на рис. 6.29.
Изображение печатной платы приведено на рис. 6.30.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.31.

Таблица 6.15. Предельные параметры микросхемы TDA7265

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	±25	В
Выходной пиковый ток	–	4,5	А
Рассеиваемая мощность	$P_{расс}$	30	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	−20...+85	°C
Температура хранения	$T_{хран}$	−40...+150	°C

Таблица 6.16. Основные технические характеристики микросхемы TDA7265 ($U_{пит}$ = ±20 В, $R_{нагр}$ = 8 Ом, $R_{на\ вх}$ = 50 Ом, F = 1 кГц, T = 25 °C)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±25	–	±25	В
Напряжение на выходе в холостом режиме	$U_{вых}$	–	80	130	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	65	120	мА
Ток смещения на неинвертирующем входе	$I_{смещ}$	–	500	–	нА
Выходная мощность	$P_{вых}$	20	25	–	Вт
Коэффициент гармоник	$K_{г}$	–	0,01	0,7	%
Разделение каналов	–	–	70	–	дБ
Скорость нарастания входного напряжения	–	–	10	–	В/мкс

Окончание табл. 6.16

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Коэффициент усиления (открытый контур)	–	–	80	–	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	15	20	–	кОм
Температура отключения	–	–	145	–	°C

Рис. 6.29. Типовая схема включения

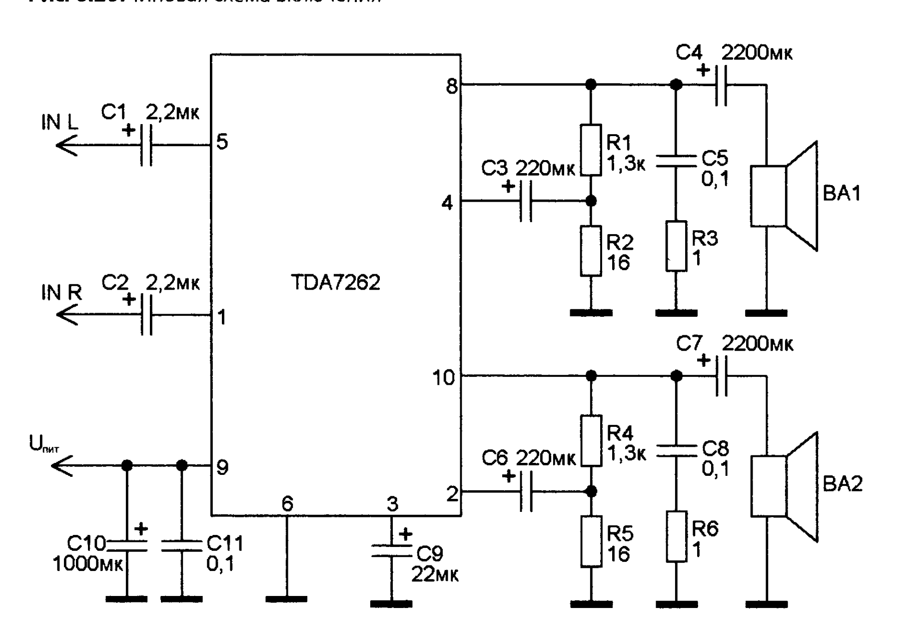


Рис. 6.30. Изображение печатной платы

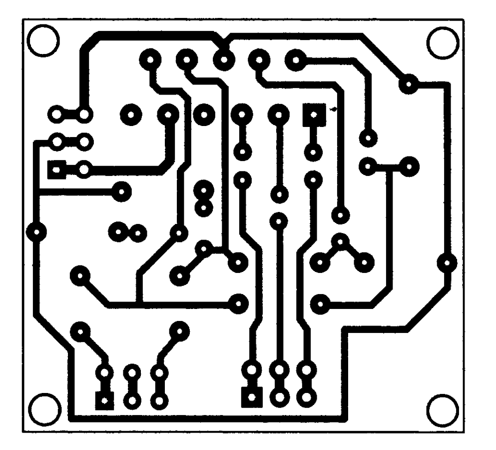
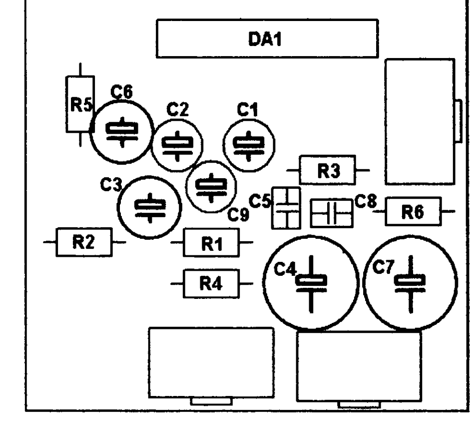


Рис. 6.31. Схема расположения элементов на плате



6.2.5. Усилитель 2×25 Вт на TDA7265

Мощный двухканальный Hi-Fi усилитель предназначенный для высококачественной стереоаппаратуры, Hi-Fi музыкальных центров и телевизоров.

Особенности:

- широкий диапазон напряжения питания (±25 В);
- двуполярное питание;
- высокая выходная мощность 2×25 Вт;
- режим без звука;
- функция режима ожидания;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 6.17.
Основные технические характеристики представлены в табл. 6.18.
Схема включения представлена на рис. 6.32.
На рис. 6.33 приведена мостовая схема включения.
Изображение печатной платы приведено на рис. 6.34.
Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.35.

Таблица 6.17. Предельные параметры микросхемы TDA7265

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	±25	В
Выходной пиковый ток	–	4,5	А
Рассеиваемая мощность	$P_{расс.}$	30	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	−20...+85	°С
Температура хранения	$T_{хран.}$	−40...+150	°С

Таблица 6.18. Основные технические характеристики микросхемы TDA7265 ($U_{пит}$ = ±20 В, $R_{нагр.}$ = 8 Ом, $R_{на\ вх}$ = 50 Ом, F = 1 кГц, T = 25 °С)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±25	–	±25	В
Напряжение на выходе в холостом режиме	$U_{вых}$	–	80	130	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	65	120	мА

Окончание табл. 6.18

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Ток смещения на неинвертирующем входе	$I_{смещ}$	–	500	–	нА
Выходная мощность	$P_{вых}$	20	25	–	Вт
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,01	0,7	%
Разделение каналов	–	–	70	–	дБ
Скорость нарастания входного напряжения	–	–	10	–	В/мкс
Коэффициент усиления (открытый контур)	–	–	80	–	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	15	20	–	кОм
Температура отключения	–	–	145	–	°С

Рис. 6.32. Типовая схема включения

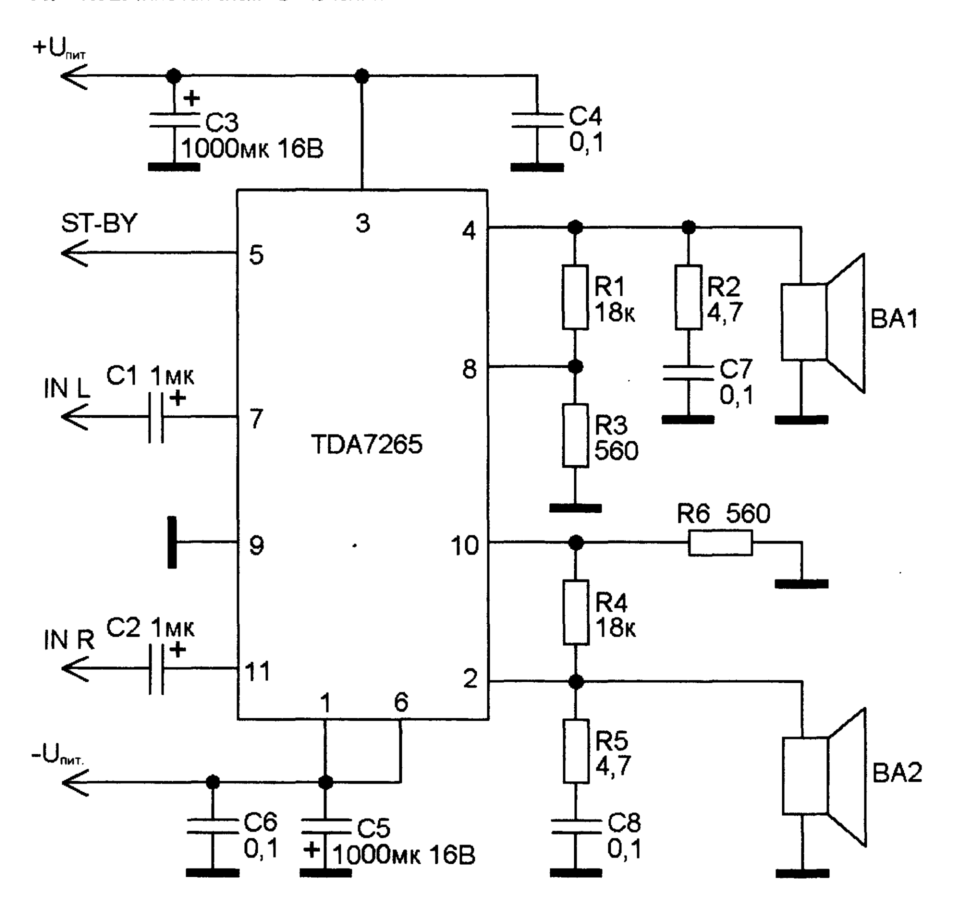


Рис. 6.33. Схема включения в мостовом режиме

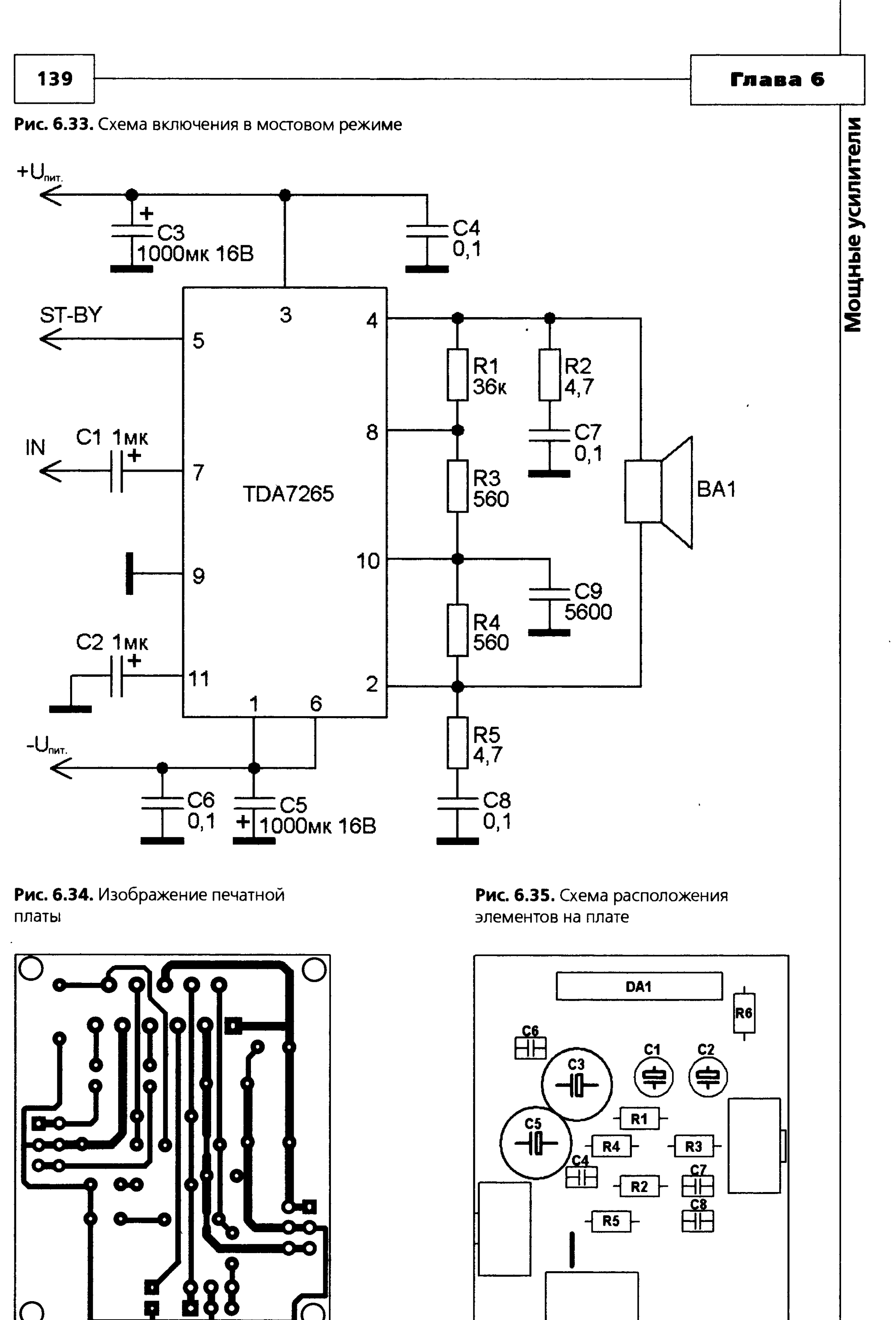


Рис. 6.34. Изображение печатной платы

Рис. 6.35. Схема расположения элементов на плате

6.3. Квадроусилители

6.3.1. Усилитель 4×11 Вт на TDA1555Q

Двух(четырех)канальный мостовой усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi. В усилителе предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Назначение выводов приведено в табл. 6.19, а основные технические характеристики – в табл. 6.20.

Типовая схема включения изображена на рис. 6.36.

На рис. 6.37 и 6.38 приведены варианты усилителя в двух- и трехканальном вариантах включения.

Изображение печатной платы для типового варианта включения представлено на рис. 6.39.

Схема расположения элементов на плате приведена на рис. 6.40.

Таблица 6.19. Назначение выводов микросхемы TDA1555Q

Номер вывода	Назначение
1	Вход усилителя 1
2	Инверсный вход усилителя 2
3	Общий (сигнальный)
4	Конденсатор фильтра внутреннего напряжения
5	Напряжение питания
6	Выход усилителя 1
7	Общий
8	Выход усилителя 2
9	Не используется
10	Выход усилителя 3
11	Общий
12	Выход усилителя 4
13	Напряжение питания
14	Напряжение управления включением и блокировкой микросхемы
15	Не используется (выход детектора искажения)
16	Инверсный вход усилителя 3
17	Вход усилителя 4

Таблица 6.20. Основные технические характеристики микросхемы TDA1555Q

Параметр	Значение
$U_{пит\ 1}$	6–18 В
$I_{вых}$	4 А
$I_{покоя}$	80 мА
$P_{вых.}$	22 Вт
$R_{вх.}$	60 кОм
Коэффициент усиления	20 дБ
Полоса частот	25–25 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,1%
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 6.36. Типовая схема включения

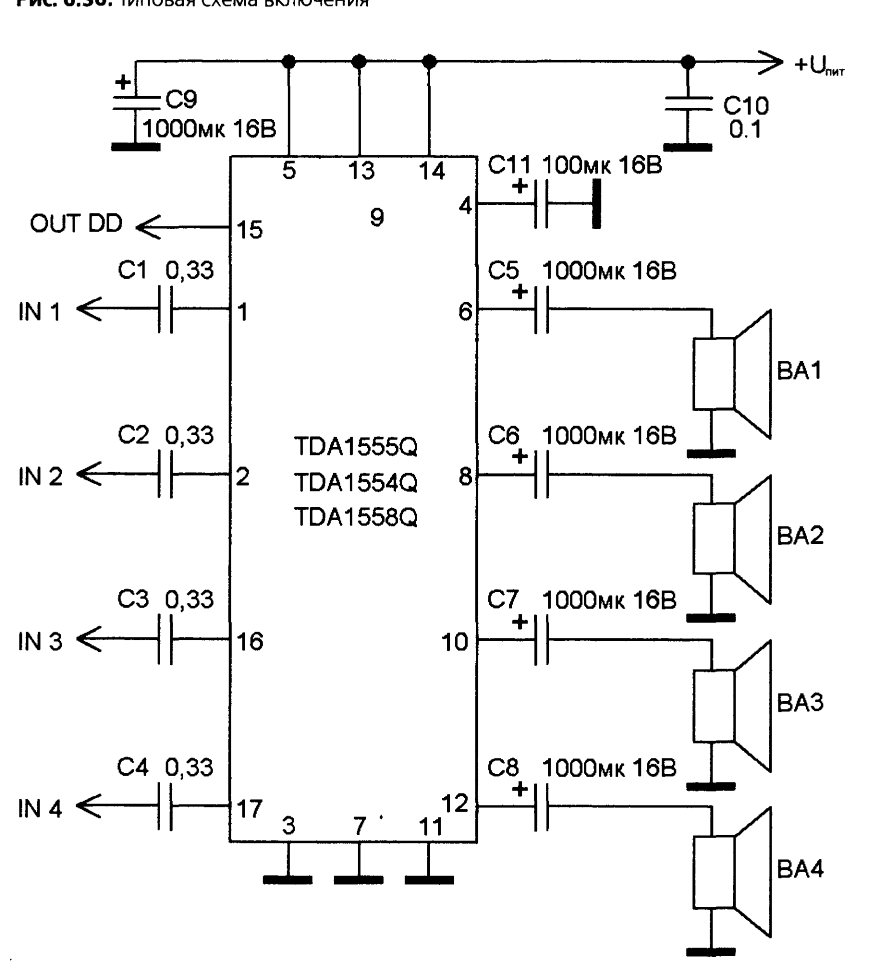


Рис. 6.37. Вариант усилителя в двухканальном варианте включения

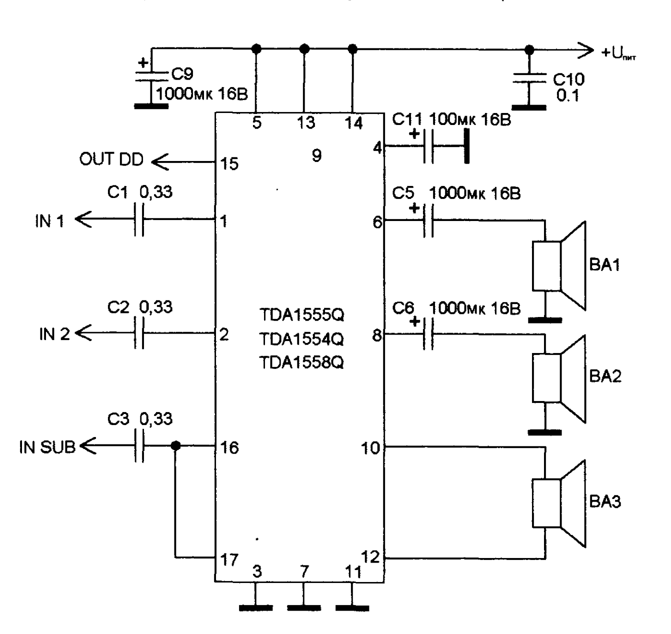


Рис. 6.38. Вариант усилителя в трехканальном варианте включения

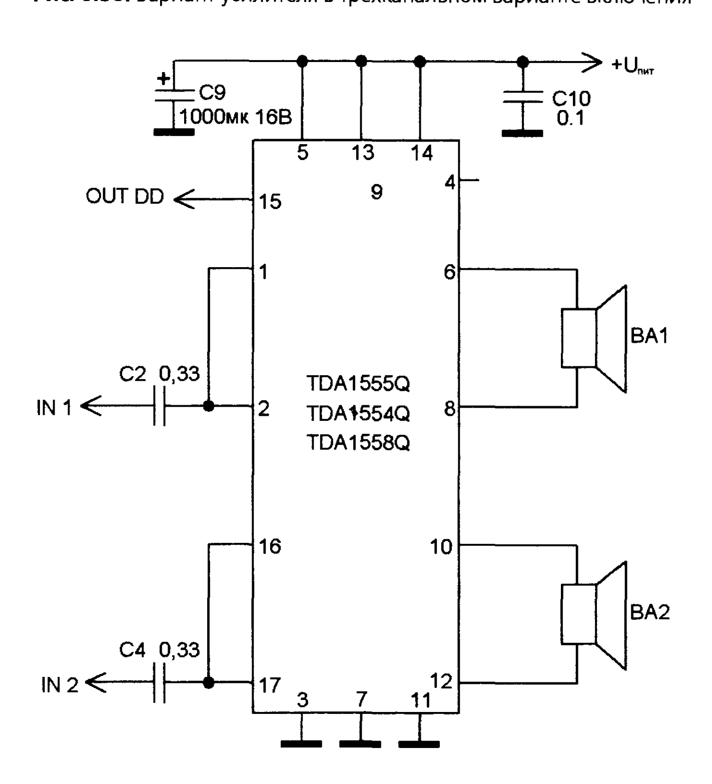


Рис. 6.39. Изображение печатной платы

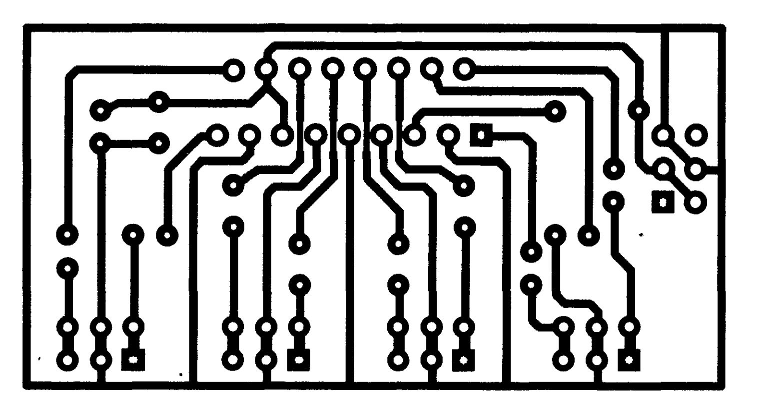
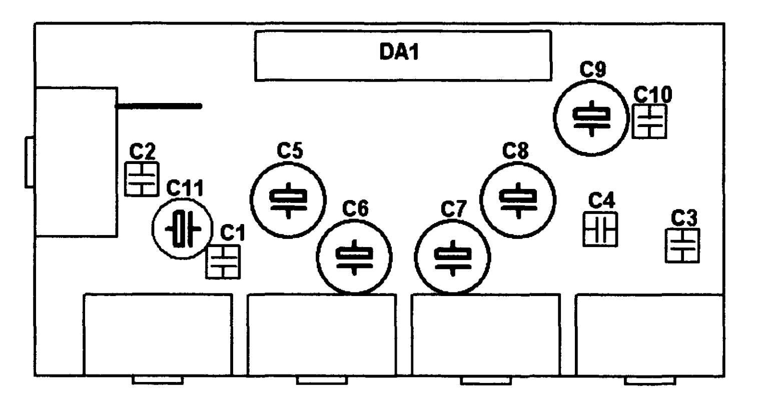


Рис. 6.40. Схема расположения элементов на плате



6.3.2. Усилитель 4×25 Вт на TDA8567

Четырехканальный усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi, выполненный по мостовой схеме. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (переключение на пониженную мощность в случае перегрева, возникающего при больших нагрузках), защита от бросков напряжения, режим отключения (Standby), режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Назначение выводов приведено в табл. 6.21, а основные технические характеристики – в табл. 6.22.

Схема включения представлена на рис. 6.41.

Изображение печатной платы приведено на рис. 6.42.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.43.

Таблица 6.21. Назначение выводов микросхемы TDA8567

Номер вывода	Назначение
1	Напряжение питания
2	Выход 1+
3	Общий
4	Выход 1−
5	Выход 2−
6	Общий
7	Выход 2+
8	Напряжение питания
9	Диагностика
10	Вход 1
11	Вход 2
12	Общий сигнальный
13	Вход 3
14	Вход 4
15	Выбор режима
16	Напряжение питания
17	Выход 3+
18	Общий
19	Выход 3−
20	Выход 4−
21	Общий
22	Выход 4+
23	Напряжение питания

Таблица 6.22. Основные технические характеристики микросхемы TDA8567

Параметр	Значение
$U_{пит}$	6–18 А
$I_{вых}$	7,5 А
$I_{покоя}$	230 мА
$P_{вых.}$	4×25 Вт

Окончание табл. 6.22

Параметр	Значение
$R_{вх}$	30 кОм
Коэффициент усиления	26 дБ
Полоса частот	20–20000 Гц
Коэффициент гармоник	0,05%
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 6.41. Типовая схема включения

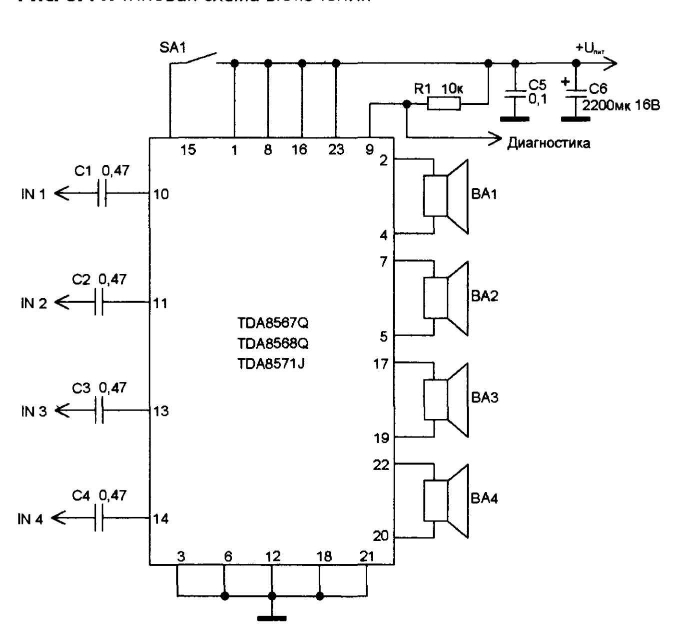


Рис. 6.42. Изображение печатной платы

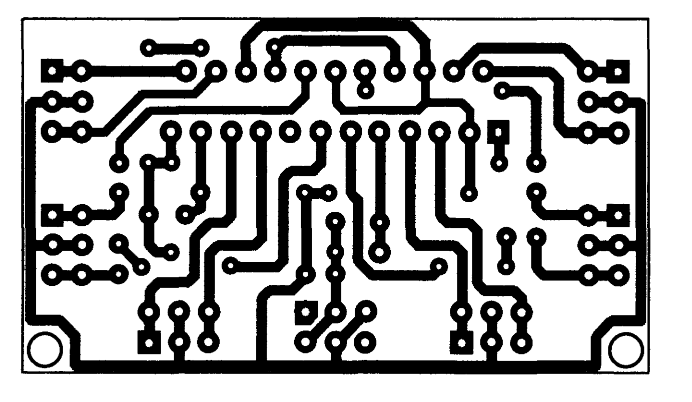
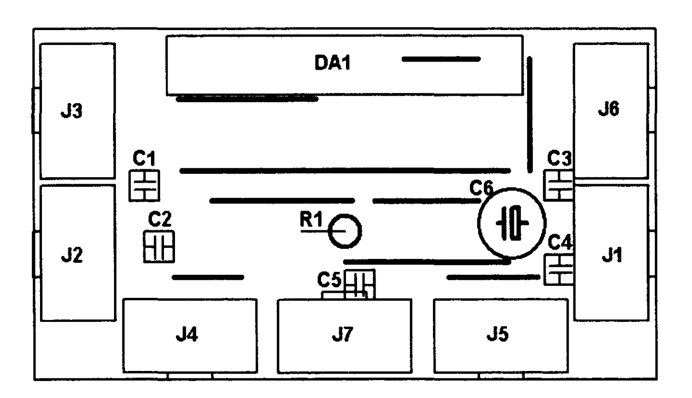


Рис. 6.43. Схема расположения элементов на плате



6.3.3. Усилитель 4×35 Вт на TDA7384Q

Четырехканальный усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi, выполненный по мостовой схеме. В нем предусмотрена защита выходного каскада от короткого замыкания, термозащита (переключение на пониженную мощность в случае перегрева в результате больших нагрузок), защита от бросков напряжения, режим отключения (Standby), режим включения/отключения входного сигнала (Mute), а также защита от «щелчка» при включении/выключении.

Назначение выводов приведено в табл. 6.23, а основные технические характеристики — в табл. 6.24.

Схема включения представлена на рис. 6.44.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 6.45.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 6.46.

Таблица 6.23. Назначение выводов микросхемы TDA7384Q

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Общий (выходных каскадов усилителя 2)
3	Выход инвертирующего усилителя 2
4	Вывод включения/отключения питания
5	Выход неинвертирующего усилителя 2
6	Напряжение питания
7	Выход инвертирующего усилителя 1
8	Общий (выходных каскадов усилителя 1)

Окончание табл. 6.23

Номер вывода	Назначение
9	Выход неинвертирующего усилителя 1
10	Вывод фильтра
11	Вход усилителя 1
12	Вход усилителя 2
13	Общий (входных каскадов)
14	Вход усилителя 4
15	Вход усилителя 3
16	Вывод фильтра
17	Выход неинвертирущего усилителя 3
18	Общий (выходных каскадов усилителя 3)
19	Выход инвертирующего усилителя 3
20	Напряжение питания
21	Выход неинвертирующего усилителя 4
22	Отключение
23	Выход инвертирующего усилителя 4
24	Общий (выходных каскадов усилителя 4)
25	Не используется

Таблица 6.24. Основные технические характеристики микросхемы TDA7384Q

Параметр	Значение
$U_{пит}$	6–18 В
$I_{вых}$	5 А
$I_{покоя}$	190 мА
$P_{вых}$	4×20 Вт
$R_{вх}$	100 кОм
Коэффициент усиления	25 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,04%
$R_{нагр}$	4 Ом

Рис. 6.44. Типовая схема включения

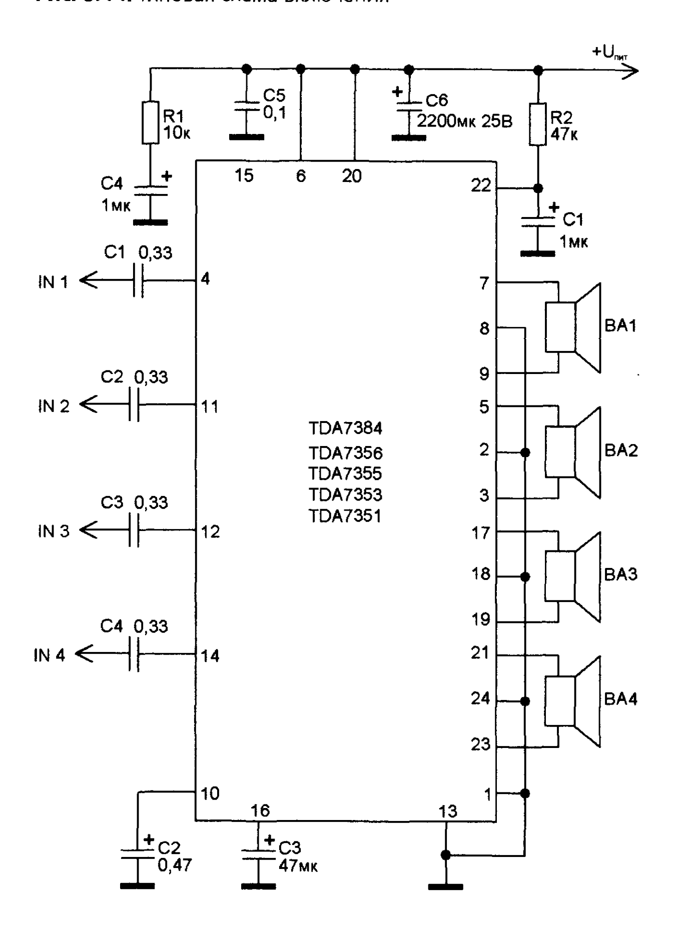


Рис. 6.45. Изображение печатной платы

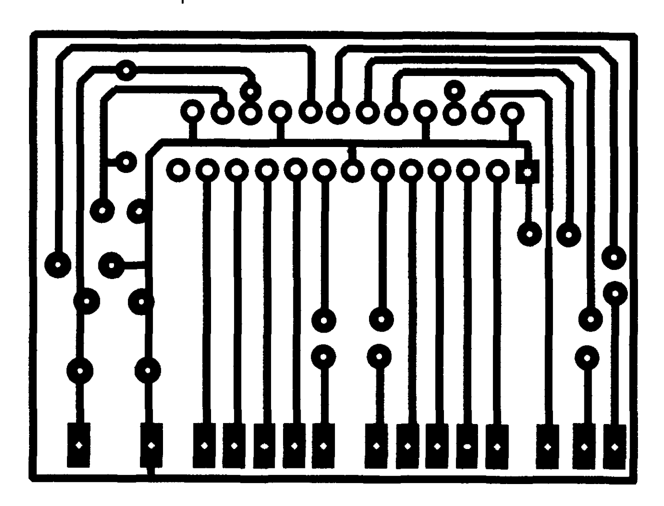
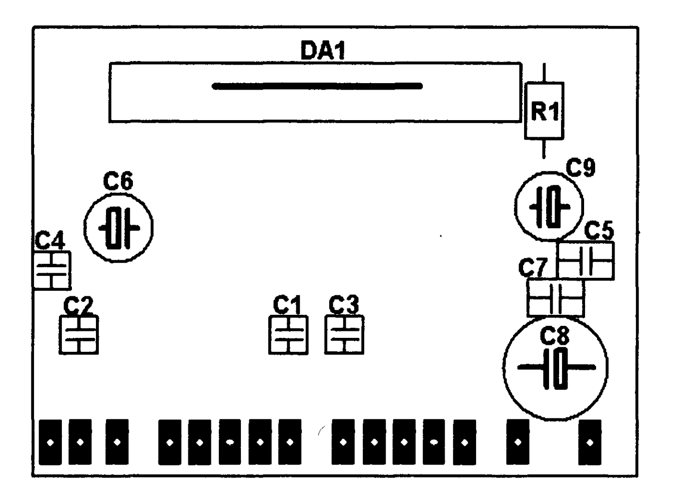


Рис. 6.46. Схема расположения элементов на плате



Глава 7

Усилители класса D

Усилители класса D появились благодаря возросшему спросу на усилители с высоким КПД. Способствовали этому и достижения в полупроводниковой технологии. Появление все большего числа мобильных устройств, миниатюризация аппаратуры и широкое распространение устройств с батарейным питанием потребовали увеличения срока действия аккумуляторов и батарей (и аудиоусилители классов А, В и АВ, традиционно используемые в выходных каскадах такой аппаратуры, перестали удовлетворять как потребителей, так и разработчиков). Все это привело к быстрому развитию технологических процессов для изготовления на одном кристалле аналоговых и цифровых схем, мощных полевых транзисторов и схем управления ими.

К классу D относятся усилители с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Они работают следующим образом. На базу транзистора (напряжение смещения которой должно быть больше напряжения запирания) подается последовательность прямоугольных импульсов, промодулированнная сигналом, который необходимо усилить. Эта последовательность отпирает и запирает транзистор, вынуждая его работать в ключевом режиме. Значения КПД для этого класса составляют до 90%, так как рабочая точка транзистора очень короткое время находится на линейном участке характеристики, потери в закрытом или полностью открытом состоянии минимальны, а ток через транзисторы при отсутствии сигнала равен нулю.

По принципу работы усилители класса D похожи на импульсные стабилизаторы. На выходной каскад подается последовательность ШИМ-прямоугольных импульсов, скважность которых пропорциональна амплитуде усиливаемого сигнала. На выходе таких усилителей устанавливаются сглаживающие фильтры. Усилители такого типа могут работать в режиме усиления аналоговых или цифровых сигналов (без их предварительного преобразования в аналоговые).

Усиление аналоговых сигналов происходит следующим образом. Встроенный генератор вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов постоянной частоты (называемой несущей), и интегратор превращает ее в последовательность треугольных импульсов. Частота несущей задается внешней RC-цепью, резонатором или внешним генератором. Полученная последовательность и входной сигнал поступают на компаратор, выступающий в роли модулятора. С выхода компаратора снимается последовательность прямоугольных импульсов,

скважность которых пропорциональна мгновенным значениям амплитуды входного сигнала (взятым через промежутки времени, соответствующие периоду несущей частоты). Эта последовательность поступает на усилитель мощности, работающий в ключевом режиме. После усиления сигнал поступает на фильтр нижних частот (ФНЧ), который подавляет несущую частоту, ее гармоники и побочные составляющие спектра модуляции. Основное условие работы такой схемы — несущая частота должна быть как минимум вдвое больше максимальной частоты усиливаемого сигнала. Это гарантирует отсутствие помех в усиливаемом сигнале. Обычно частота дискретизации выбирается в пределах 150–500 кГц (что обусловлено простотой фильтрации).

Преимущества усилителей класса D над усилителями других классов:

- высокая выходная мощность обеспечивается устройством с малыми габаритами;
- высокий КПД (около 90%);
- малая масса;
- простота размещения в проектируемом устройстве благодаря компактным размерам;
- низкий уровень шума — типичное значение — 85 дБ.

7.1. Усилитель на TDA7480

Интегральная схема выполнена в корпусе PDIP20. Применяется в бытовой и телеаппаратуре.

Особенности:

- выходная мощность 10 Вт;
- высокая эффективность;
- без радиатора;
- двуполярное питание;
- защита от перегрузки по напряжению;
- режим ожидания и беззвучный режим;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 7.1. Основные технические характеристики представлены в табл. 7.2.

Изображение печатной платы приведено на рис. 7.1.

Схема включения представлена на рис. 7.2.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 7.3.

Таблица 7.1. Предельные параметры микросхемы TDA7480

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	±20	В
Рабочая температура	$T_{раб}$	−20...+70	°C
Температура хранения	$T_{хран}$	−40...+150	°C

Таблица 7.2. Основные технические характеристики микросхемы TDA7480 ($U_{пит}$ = ±14 В, $R_{нагр}$ = 8 Ом, T = 25 °C)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±10		±16	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	20	40	мА
Выходная мощность	–	8,5	10	–	Вт
Рассеиваемая мощность на 1 Вт выходной мощности	–	–	1	1,8	Вт
КПД	–	80	85	–	%
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,1	–	%
Температура отключения	–	–	150	–	°C
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	$K_{усил}$	29	30	31	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	20	30	–	кОм

Рис. 7.1. Изображение печатной платы

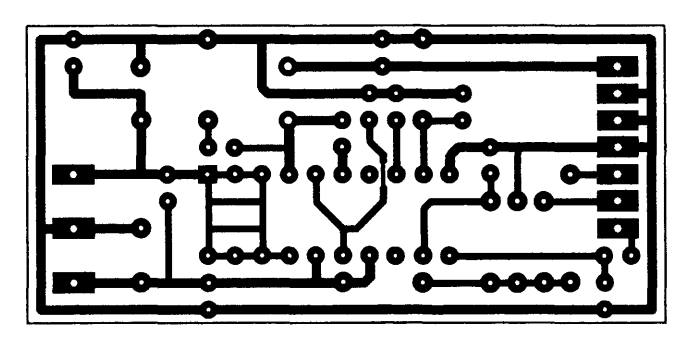
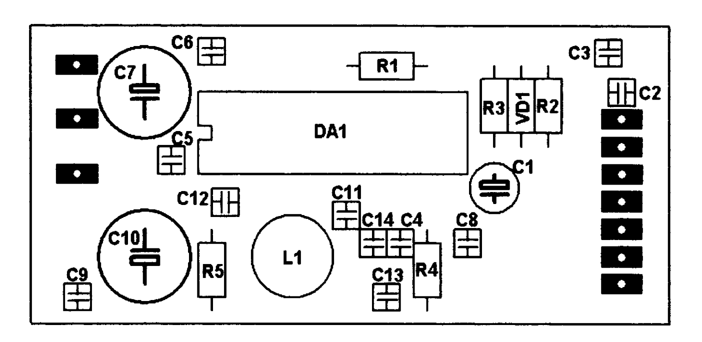


Рис. 7.2. Типовая схема включения

+Uпит
C5 0.1
-Uпит
R1 10к
C6 0.1
C7 2200мк 16В
R2 10к
SB2 MUTE
R3 30к
VD1 КС156
SB1 ST-BY
C1 2.2мк
IN
C2 0,33
C3 1000
C4 4700
TDA7480
C11 0,1
L1 60мкГн
C12 560
C13 0,47
BA1
R5 150
C14 0,1
C8 270
R4 12к
-Uпит
C9 0,1
C10 2200мк 16В

Рис. 7.3. Схема расположения элементов на плате



7.2. Усилитель на TDA7482

Интегральная схема выполнена в корпусе Multiwatt15. Применяется в бытовой и телеаппаратуре.

Особенности:

- выходная мощность 25 Вт;
- высокая эффективность;
- встроенный радиатор;
- широкий диапазон напряжения питания (±25 В);
- двуполярное питание;
- защита от перегрузки по напряжению (до 50 В);
- режим ожидания и беззвучный режим;
- защита от короткого замыкания (до 5 А);
- защита от перегрева.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 7.3. Основные технические характеристики представлены в табл. 7.4.

Изображение печатной платы приведено на рис. 7.4.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 7.5.

Схема включения представлена на рис. 7.6.

Таблица 7.3. Предельные параметры микросхемы TDA7482

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	±28	В
Рассеиваемая мощность	–	35	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	0...+70	°C
Температура хранения	$T_{хран}$	−40...+150	°C

Таблица 7.4. Основные технические характеристики микросхемы TDA7482 ($U_{пит}$ = ±21 В, $R_{нагр}$ = 8 Ом, T = 25 °C)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±10	–	±25	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	40	60	мА
Выходная мощность	–	16	20	–	Вт
Рассеиваемая мощность	–	–	–	3,8	Вт
КПД	–	–	87	88,5	%
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,1	–	%
Температура отключения	–	–	150	–	°C
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	$K_{усил}$	29	30	31	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	20	30	–	кОм

Рис. 7.4. Изображение печатной платы

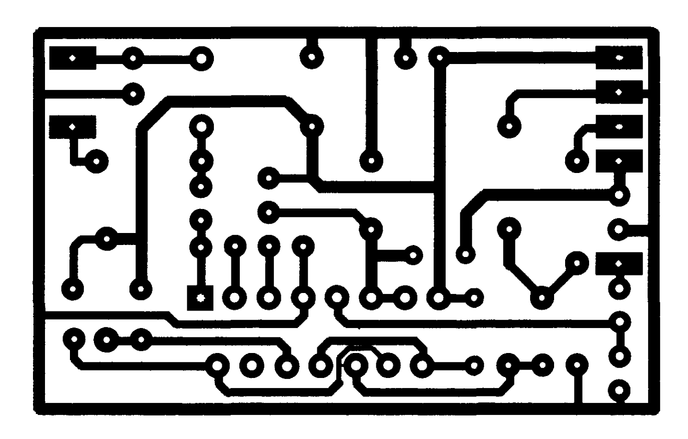


Рис. 7.5. Схема расположения элементов на плате

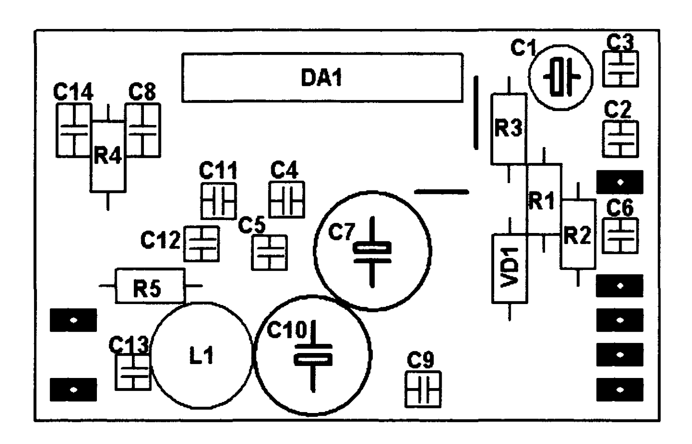
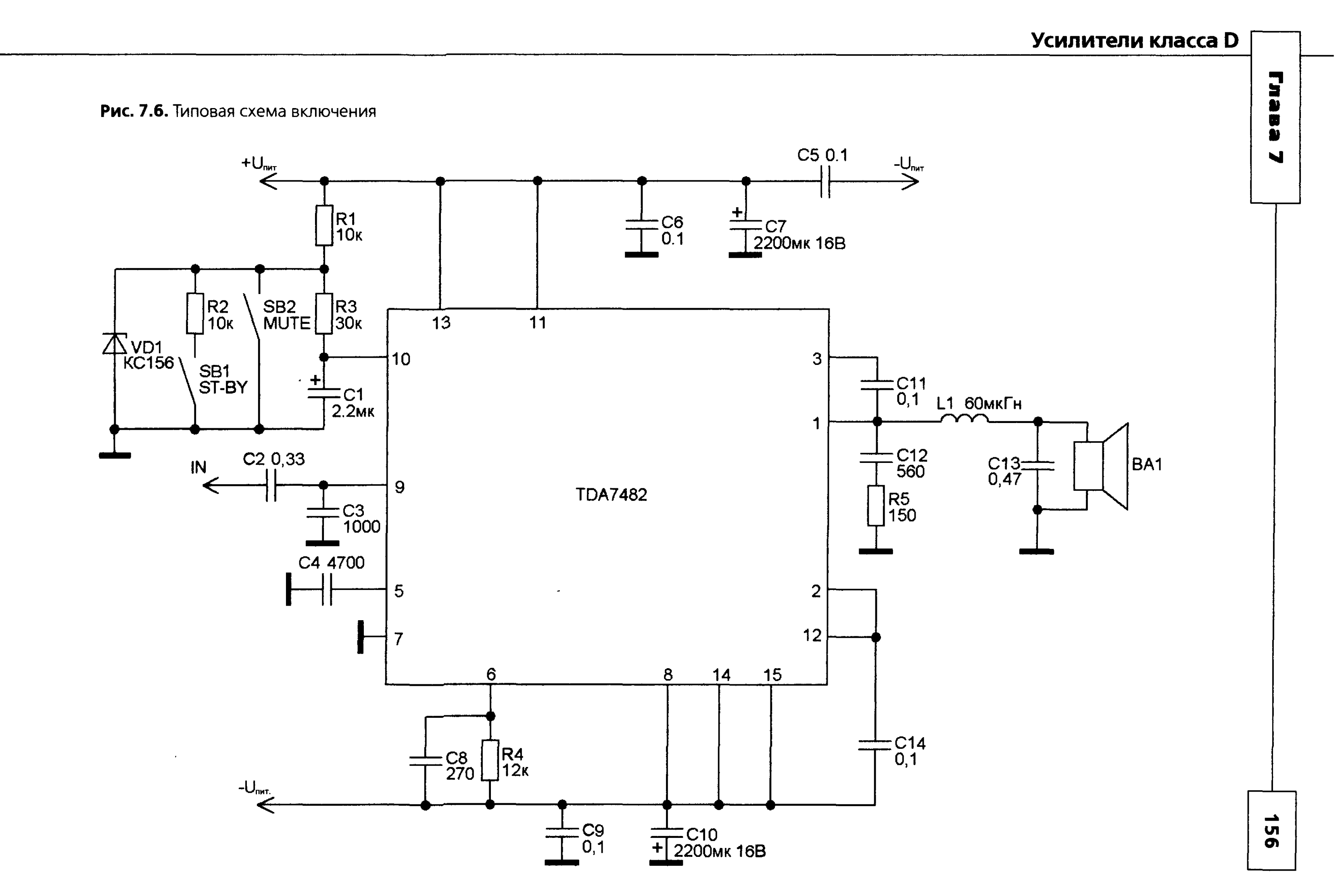


Рис. 7.6. Типовая схема включения



7.3. Усилитель на TDA7490

Интегральная схема выполнена в корпусе Flexiwatt 25. Применяется в бытовой и телеаппаратуре.

Особенности:

- выходная мощность 2×25 Вт;
- высокая эффективность;
- широкий диапазон напряжения питания (±25 В);
- двуполярное питание;
- защита от перегрузки по напряжению (до 60 В);
- режим ожидания и беззвучный режим;
- защита от короткого замыкания (до 5 А);
- защита от перегрева;
- внешняя синхронизация;
- режим работы моста.

Предельные параметры микросхемы приведены в табл. 7.5. Основные технические характеристики представлены в табл. 7.6

Изображения печатной платы для обеих сторон приведены на рис.7.7 и 7.8.

Схема включения представлена на рис. 7.9.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 7.10.

Таблица 7.5. Предельные параметры микросхемы TDA7490

Параметр	Обозначение	Предельное значение	Единица измерения
Напряжение питания	$U_{пит}$	±30	В
Рассеиваемая мощность	–	35	Вт
Рабочая температура	$T_{раб}$	0...+70	°С
Температура хранения	$T_{хран}$	–40...+150	°С
Максимальное напряжение на выводах 6, 8, 10, 18 по отношению к земле	–	±5	В

Таблица 7.6. Основные технические характеристики микросхемы TDA7490 ($U_{пит}$ = ±21 В, $R_{нагр}$ = 8 Ом, T = 25 °С)

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±10	–	±25	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр.}$	–	70	120	мА
Выходная мощность	–	15	20	25	Вт

Окончание табл. 7.6

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Выходная мощность в режиме моста	–	–	50	–	Вт
Рассеиваемая мощность	–	18	25	–	Вт
КПД	–	80	89	–	%
Коэффициент гармоник	$K_г$	–	0,1	–	%
Температура отключения	–	–	150	–	°C
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	$K_{усил}$	29	30	31	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	20	30	–	кОм

Рис. 7.7. Изображение печатной платы, сторона 1

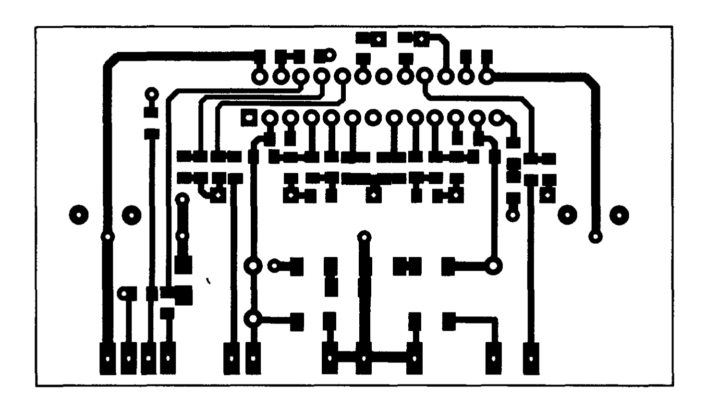


Рис. 7.8. Изображение печатной платы, сторона 2

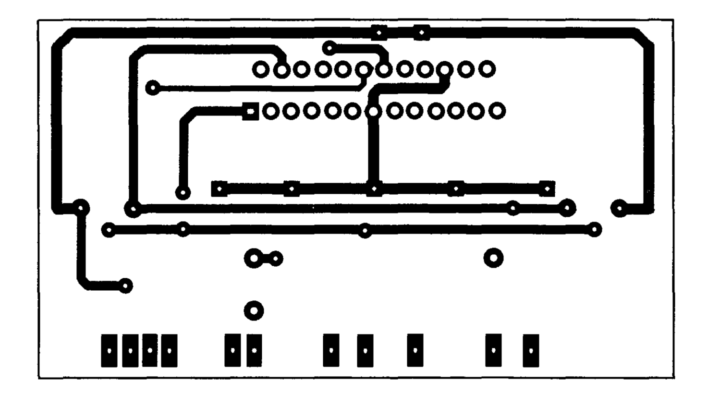


Рис. 7.9. Типовая схема включения

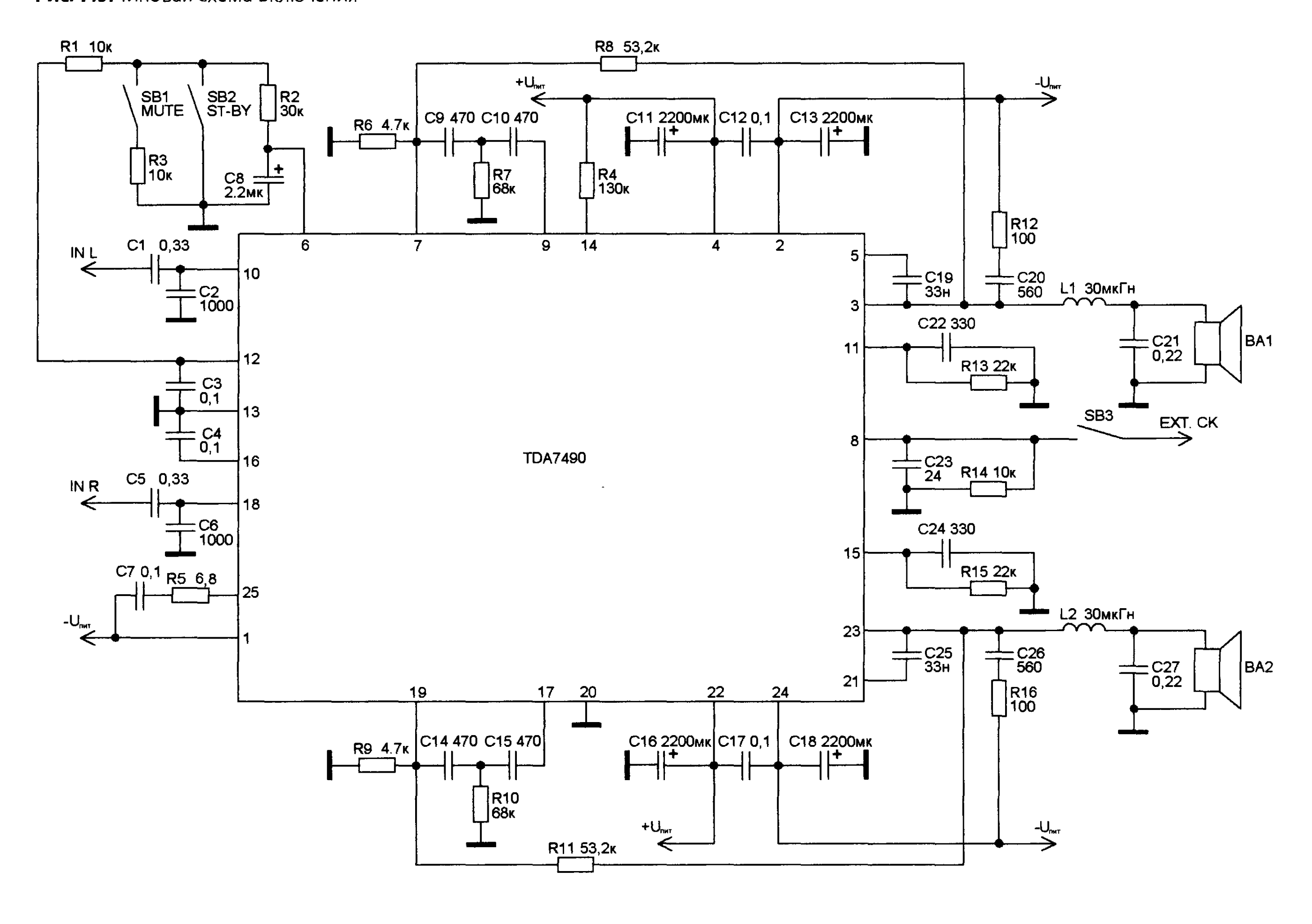
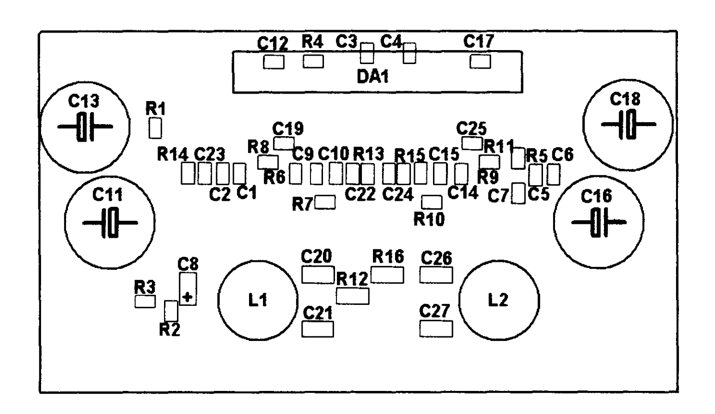


Рис. 7.10. Схема расположения элементов на плате



7.4. Стереоусилитель на TDA8920J

Интегральная схема выполнена в корпусе SOT243-1. Применяется в бытовой и телеаппаратуре.

Особенности:

- высокая эффективность (90%);
- широкий диапазон напряжения (±30 В);
- низкий ток потребления;
- низкое искажение;
- постоянный коэффициент усиления 30дБ;
- выходная мощность 2×50 Вт;
- ограничитель на выходную мощность;
- хорошее подавление пульсаций;
- возможность включения в режиме стерео или моста;
- дифференциальные аудиовходы;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева;
- защита от электростатических разрядов на всех выводах.

Основные технические характеристики представлены в табл. 7.7.

Изображения печатной платы для обеих сторон приведены на рис. 7.11 и 7.12.

Схема включения представлена на рис. 7.13.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 7.14.

Таблица 7.7. Основные технические характеристики микросхемы TDA8920J

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±15	±25	±30	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	50	60	мА
КПД	–	85	90	–	%
Выходная мощность	–	–	35		Вт
Коэффициент усиления (замкнутый контур)	$K_{усил}$	29	30	31	дБ
Входное сопротивление	$R_{вх}$	80	120	–	кОм
Напряжение шума	$U_{шума}$	–	100	–	мкВ
Разделение каналов	–	–	50	–	дБ

Рис. 7.11. Изображение печатной платы, сторона 1

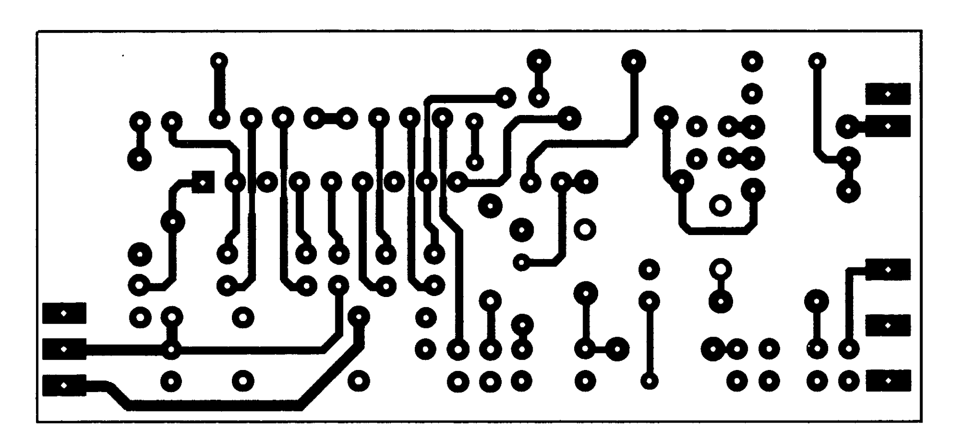


Рис. 7.12. Изображение печатной платы, сторона 2

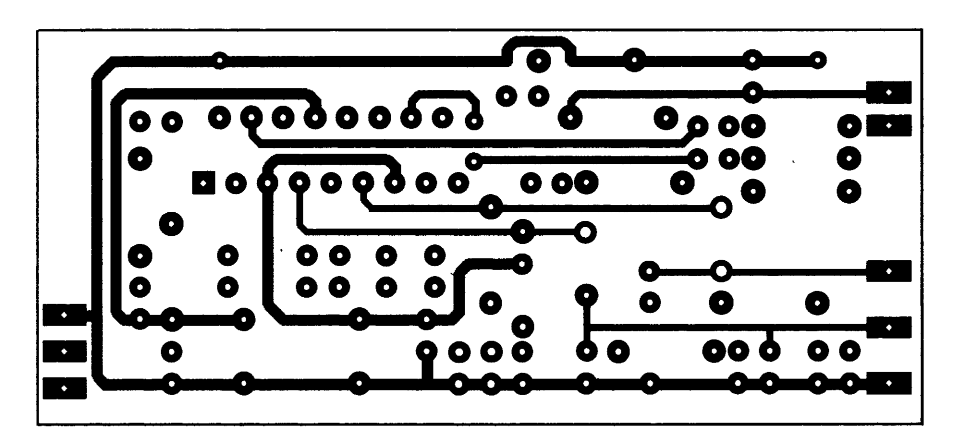
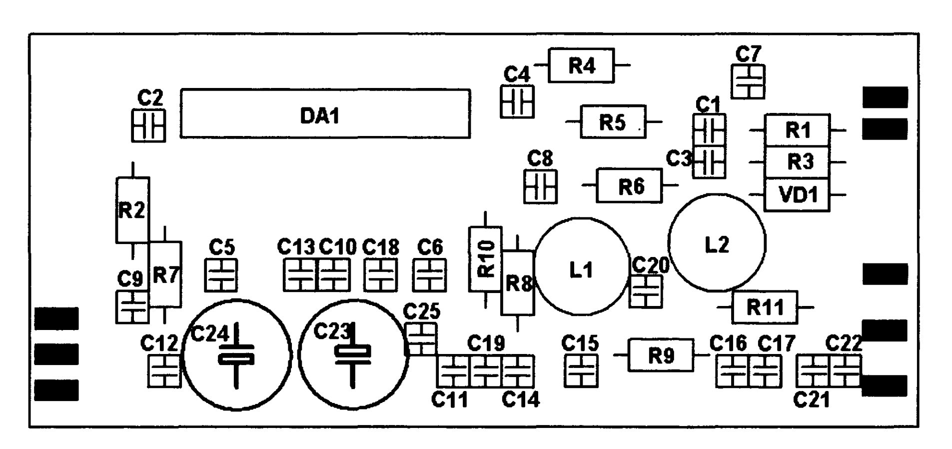


Рис. 7.13. Типовая схема включения

Рис. 7.14. Схема расположения элементов на плате



7.5. Стереоусилитель на TDA8920B

Интегральная схема выпускается в корпусах HSOP24, DBS23P. Применяется в бытовой, автомобильной, телеаппаратуре, любых системах мультимедиа.

Особенности:

- широкий диапазон питающих напряжений (±30 В);
- низкий ток потребления;
- низкое уровень искажений;
- постоянный коэффициент усиления 30дБ;
- выходная мощность 2×100 Вт;
- ограничитель на выходную мощность;
- хорошее подавление пульсаций;
- возможность включения в режиме стерео или моста;
- дифференциальные аудиовходы;
- внешняя синхронизация;
- улучшенная защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева;
- защита от электростатических разрядов на всех выводах.

Основные технические характеристики представлены в табл. 7.8.

Изображения печатной платы для обеих сторон приведены на рис. 7.15 и 7.16.

Схема включения представлена на рис. 7.17.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 7.18.

Таблица 7.8. Основные технические характеристики микросхемы TDA8920B

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±12,5	±27	±30	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	50	65	мА
Выходная мощность	–	–	110	–	Вт
Выходная мощность в режиме моста	–	–	210	–	Вт

Рис. 7.15. Изображение печатной платы, сторона 1

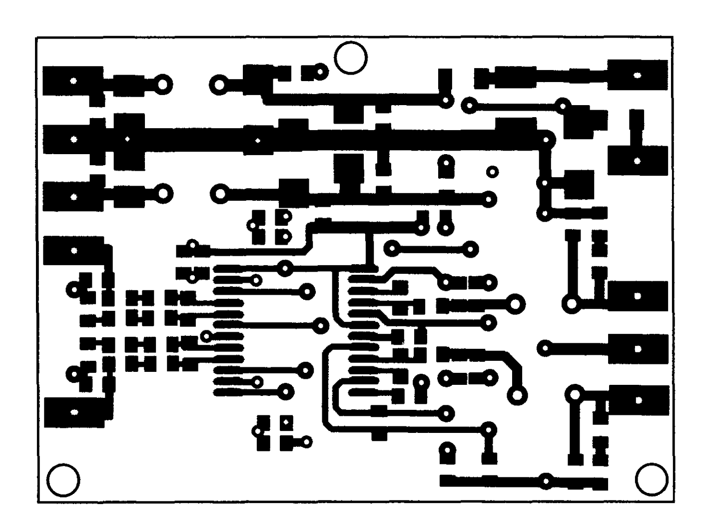


Рис. 7.16. Изображение печатной платы, сторона 2

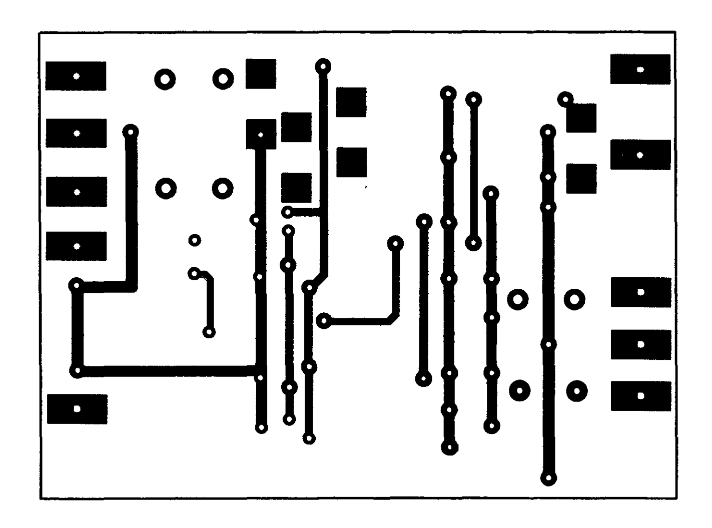


Рис. 7.17. Типовая схема включения

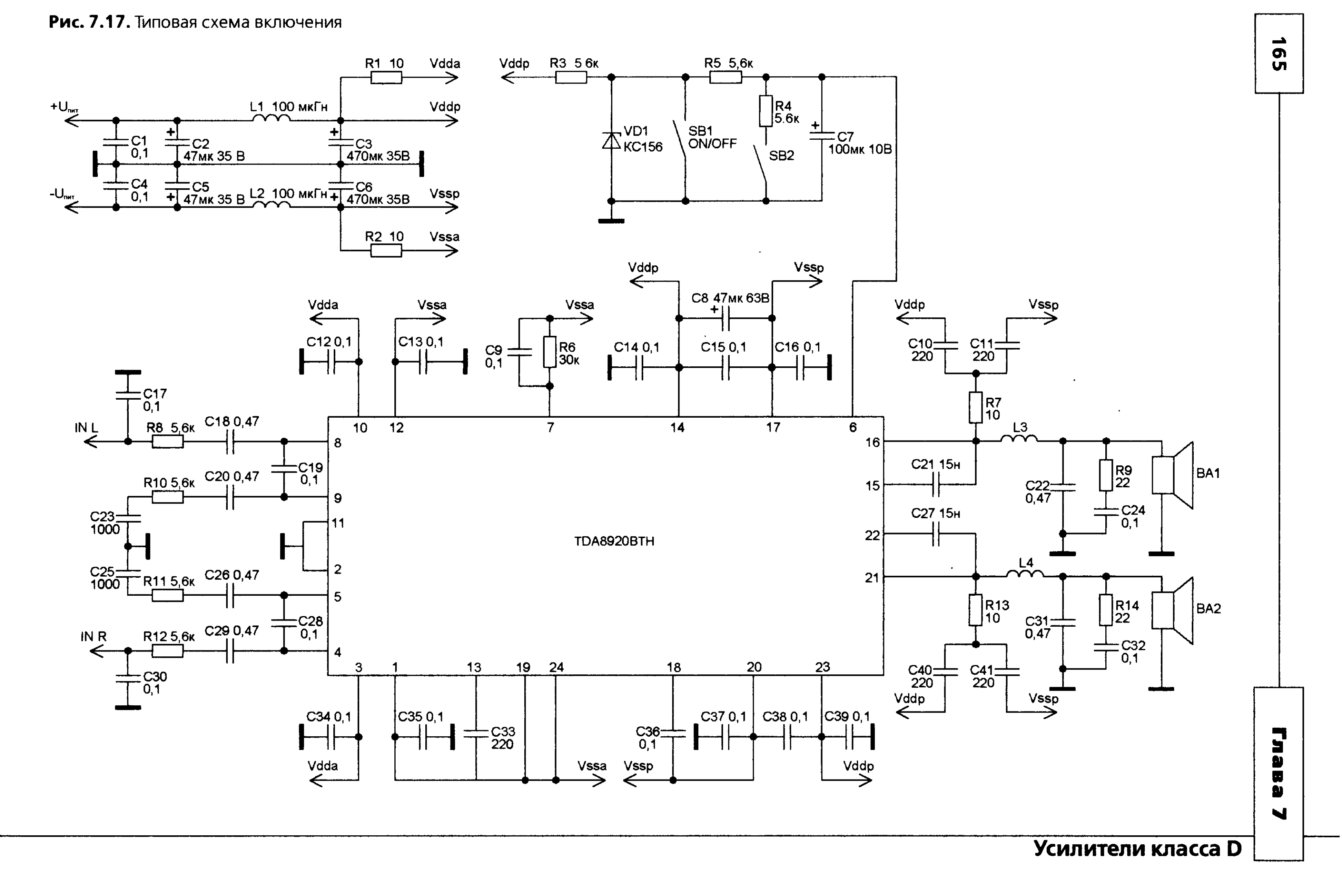
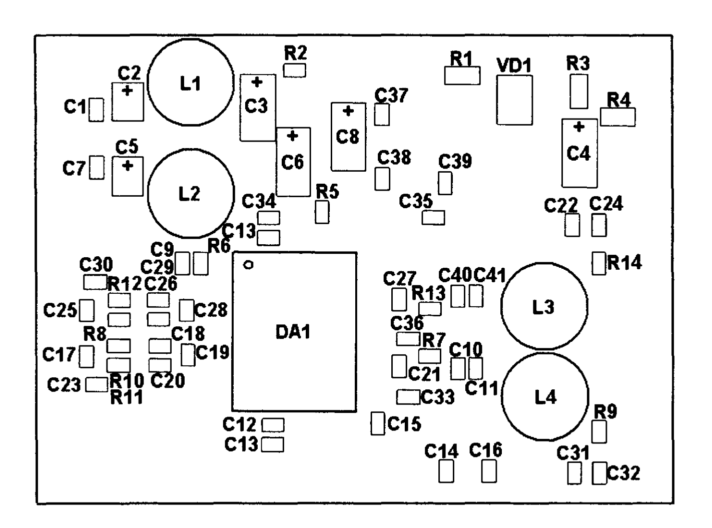


Рис. 7.18. Схема расположения элементов на плате



7.6. Стереоусилитель на TDA8924

Интегральная схема выполнена в корпусе HSOP24. Применяется в бытовой, автомобильной и телеаппаратуре, звуковых центрах, мультимедиа.

Особенности:

- высокая эффективность (90%);
- широкий диапазон напряжения (±30 В);
- низкий ток потребления;
- низкое искажение;
- постоянный коэффициент усиления 28 дБ;
- выходная мощность 2×50 Вт;
- ограничитель на выходную мощность;
- хорошее подавление пульсаций;
- возможность внешней синхронизации;
- нет помех при включении/выключении;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перегрева;
- защита от электростатических разрядов на всех выводах.

Основные технические характеристики представлены в табл. 7.9.

Схема включения представлена на рис. 7.19.

Изображения печатной платы для обеих сторон приведены на рис. 7.20 и 7.21.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 7.22.

Рис. 7.19. Типовая схема включения

Таблица 7.9. Основные технические характеристики микросхемы TDA8924

Параметр	Обозн.	Мин.	Среднее	Макс.	Ед. изм.
Напряжение питания	$U_{пит}$	±12,5	±24	±30	В
Ток потребления в холостом режиме	$I_{потр}$	–	100	–	мА
КПД	–	–	83	–	%
Выходная мощность	–	–	120	–	Вт
Выходная мощность в режиме моста	–	–	240	–	Вт

Рис. 7.20. Изображение печатной платы, сторона 1

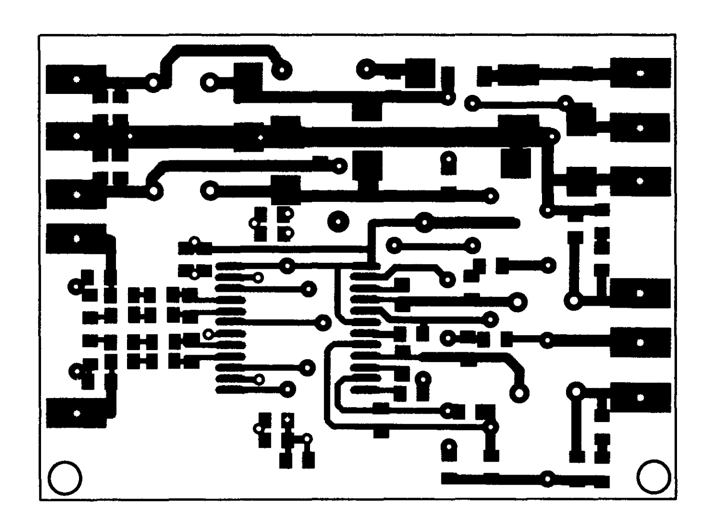


Рис. 7.21. Изображение печатной платы, сторона 2

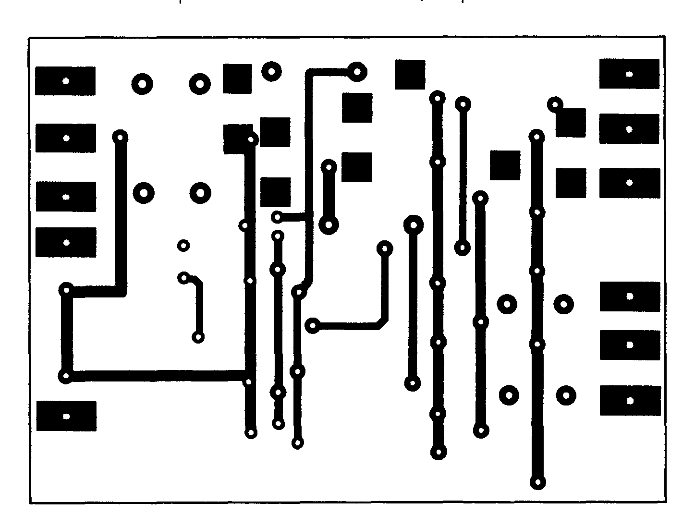
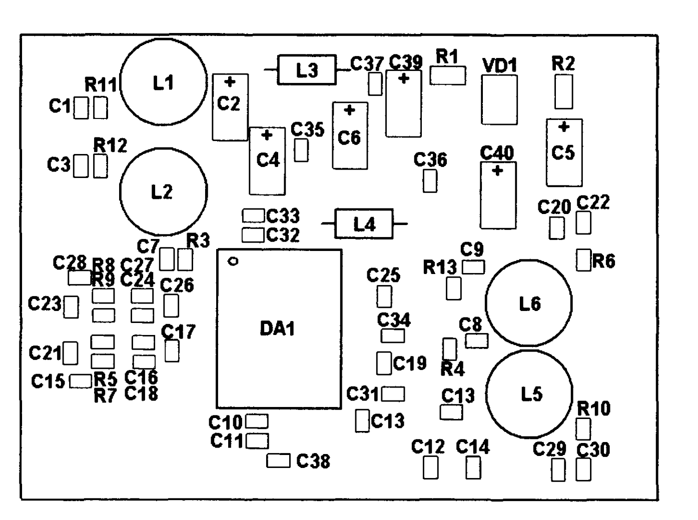


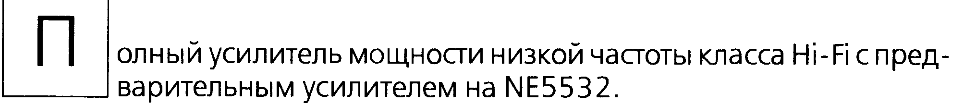
Рис. 7.22. Схема расположения элементов на плате



Глава 8

Комбинированные схемы

8.1. Усилитель 140 Вт на TDA7293 с предварительным усилителем на NE5532



Полный усилитель мощности низкой частоты класса Hi-Fi с предварительным усилителем на NE5532.

Назначение выводов микросхемы TDA7293 приведено в табл. 8.1, а основные технические характеристики — в табл. 8.2.

Схема включения представлена на рис. 8.1.

Изображение печатной платы приведено на рис. 8.2.

Схема расположения элементов на плате изображена на рис. 8.3.

Таблица 8.1. Назначение выводов микросхемы TDA7293

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	Инвертирующий вход
3	Неинвертирующий вход 1
4	Неинвертирующий вход
5	Не используется
6	Вывод схемы вольтдобавки
7	Напряжение питания входного каскада
8	Напряжение питания входного каскада
9	Вывод включения/отключения напряжения питания (режим покоя)
10	Вывод включения/отключения (переключения) входного сигнала
11	Не используется
12	Не используется
13	Напряжение питания выходного каскада
14	Выход
15	Напряжение питания выходного каскада

Таблица 8.2. Основные технические характеристики микросхемы TDA7293

Параметр	Значение
$U_{пит\ 1}$	−10...−40 В
$U_{пит\ 2}$	+10...+40 В
$I_{вых}$	4 А
$I_{покоя}$	60 мА
$P_{вых}$	140 Вт
$R_{вх}$	100 кОм
Коэффициент усиления	30 дБ
Полоса частот	20–20 000 Гц
Коэффициент гармоник	0,01%
$R_{нагр}$	8 Ом

Рис. 8.1. Типовая схема включения

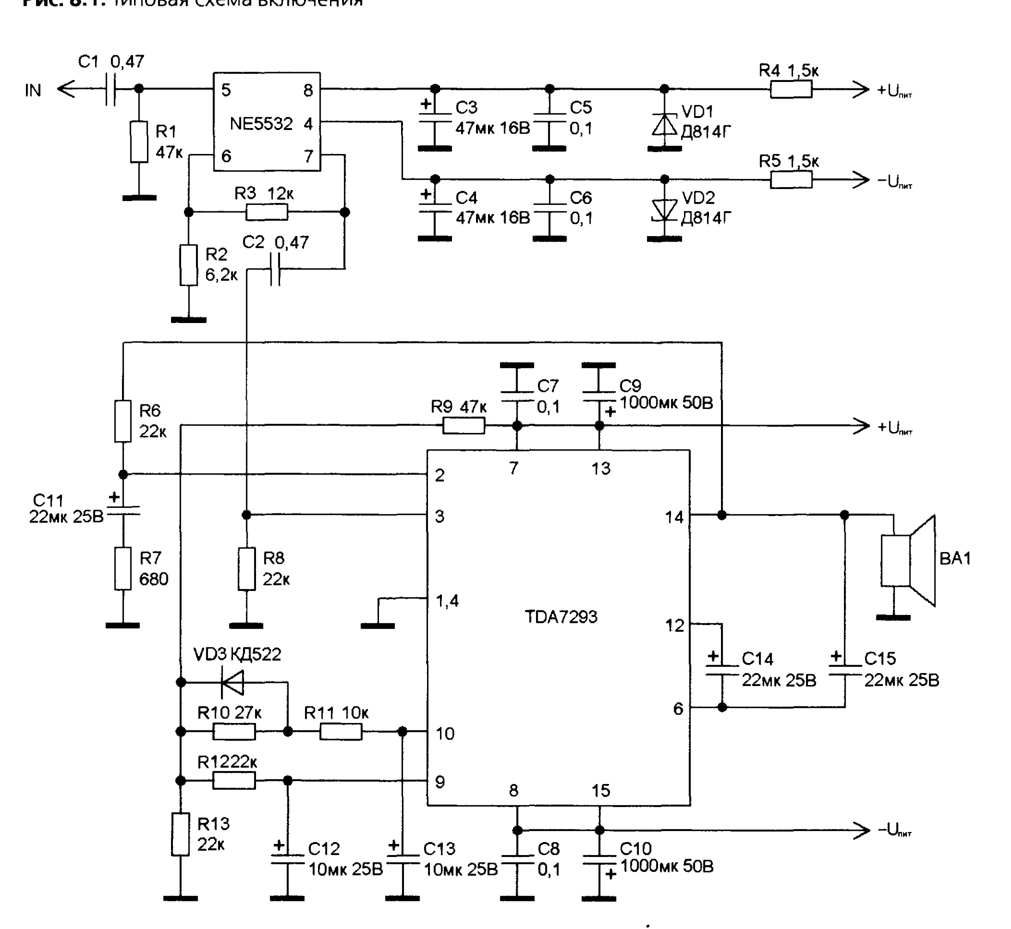


Рис. 8.2. Изображение печатной платы

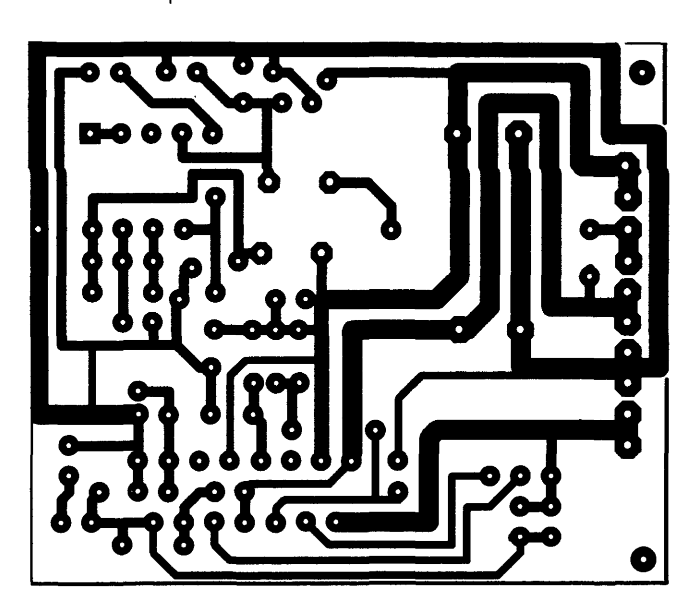
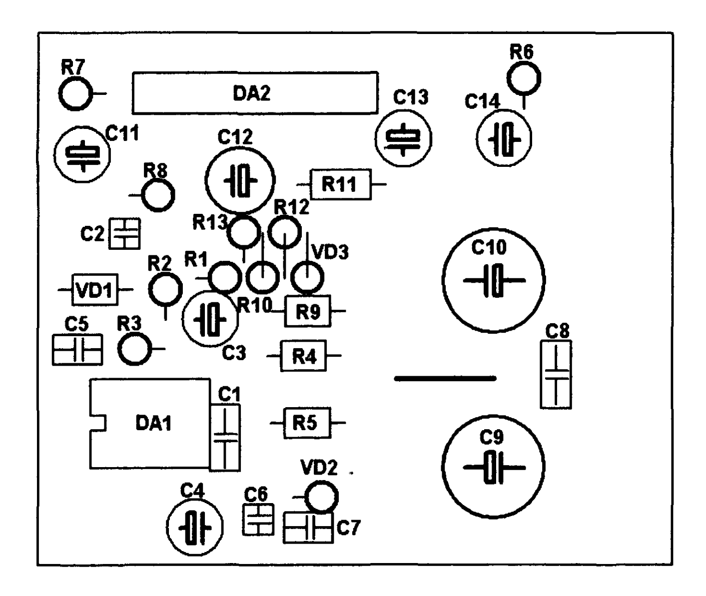


Рис. 8.3. Схема расположения элементов на плате



Список литературы

Турута Е.Ф. Предварительные усилители низкой частоты, регуляторы громкости и тембра, усилители индикации. – М.: ДМК Пресс, 2003.

Турута Е.Ф. Усилители мощности низкой частоты – интегральные микросхемы. – М.: ДМК Пресс, 2003.

Энциклопедия ремонта: микросхемы для аудио- и радиоаппаратуры. – М.: ДОДЕКА, 1997.

Энциклопедия ремонта: микросхемы зарубежных усилителей низкой частоты. – М.: ДОДЕКА, 1997.

SANYO Electric Co. Data Sheet. LB1403N Series. 5-Dot Red/Green LED Level Meter.

SONY Semiconductors. Data Sheet. CXA1352AS. 2-channel 5 elements Graphic Equalizer IC.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA3810. Spatial, stereo and pseudo-stereo sound circuit.

Toshiba Electronic. Data Sheet. TA7630P. Dual, Volume/ Balance/ Tone (Bass/ Treble)/ DC Control IC.

Samsung Electronics. Data Sheet. KA2107P. DC Volume Tone/ Tone Control Circuit.

Samsung Electronics. Data Sheet. KA2550. Dual electronic volume control.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA1013B. 4W audio power amplifier with DC volume control.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA7056B. 5W mono BTL audio amplifier with DC volume control.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA1524A. Stereo-tone/volume control circuit.

SGS-THOMSON Microelectronics. Data Sheet. TDA7240A. 20 W bridge amplifier for car radio.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA1560Q. 40W car radio high power amplifier.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA1562Q. 70W high efficiency power amplifier with diagnostic facility.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA1552Q. 2Ч22 W BTL stereo car radio power amplifier.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA1555Q. 4Ч11 W single-ended or 2Ч22 W power amplifier with distortion detector.

SGS-THOMSON Microelectronics. Data Sheet. TDA7294. 100W DMOS audio amplifier with mute/st-by.

Philips Semiconductors. Data Sheet. TDA8567Q. 4Ч25 W DTL quad car radio power amplifier.

Баширов Сергей Реанович
Баширов Антон Сергеевич

СОВРЕМЕННЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Директор редакции *И.Е. Федосова*
Выпускающий редактор *В.А. Обручев*
Художественный редактор *Ю.В. Щербаков*
Технический редактор *Л.А. Зотова*
Компьютерная верстка *А.И. Попов*
Корректор *Н.В. Друх*

ООО «Издательство «Эксмо»
127299, Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18/5. Тел. 411-68-86, 956-39-21.
Home page: **www.eksmo.ru** E-mail: **info@eksmo.ru**

Подписано в печать 25.10.2007
Формат 70×100 $^{1}/_{16}$. Гарнитура «FreeSet». Печать офсетная.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 14,19.
Тираж 3000 экз. Заказ № 7458

Отпечатано в ОАО «ИПК «Ульяновский Дом печати»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14